В. П. КАЗНАЧЕЕВ
Л. П. МИХАЙЛОВА

БИОИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ КЛИНИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

В. П. КАЗНАЧЕЕВ Л. П. МИХАЙЛОВА

БИОИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Ответственный редактор
чл.-кор. АМН СССР *Н. Р. Деряпа*



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1985

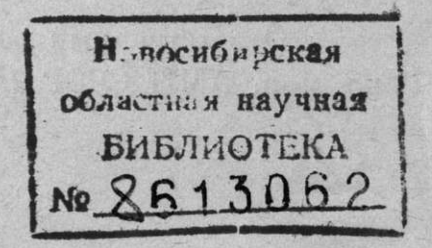
УДК 577.31

Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей.— Новосибирск: Наука, 1985.

В монографии развивается концепция дистантных межклеточных взаимодействий (ДМВ) в биосистемах. Особое внимание уделено экологической значимости регуляторных влияний собственных (биогенных) и естественных (планетарных) электромагнитных полей и их роли в адаптивных реакциях биосистемы. Описаны результаты оригинальных исследований особенностей роста и жизнеспособности клеточного монослоя и проявления ДМВ в динамике полного 11-летнего солнечного цикла. Приведены комплекс методических подходов к изучению солнечно-земных связей и их прогностическая оценка в биоинформационном и экологическом аспектах. Показаны перспективы использования метода клеточных культур и ДМВ в теоретическом анализе биосферных процессов и возможности разработки новых методов диагностики, прогнозирования и коррекции в биосистемах.

Книга рассчитана на специалистов в области биологии, биоастрофизики, гелиоклиматопатологии и экологии.

Рецензенты *А. Н. Мосолов, В. В. Ляхович*



$К \frac{2001040000-910}{042(02)-85} 210-85-IV$

ПРЕДИСЛОВИЕ

В этой книге мы рассматриваем теорию экспериментальных исследований, прямо или косвенно свидетельствующих об экологической значимости существующих в живой природе слабых электромагнитных взаимодействий, их информационной роли. Имеется в виду передача информации из внешней среды в организм и внутри организма, что возможно только в результате эволюционного формирования в организмах соответствующих электромагнитных систем, способных принимать, передавать и преобразовывать внешние электромагнитные поля.

До недавнего времени к основным абиотическим факторам, определяющим экологическое влияние на организмы, как правило, относили лишь температуру, атмосферное давление, газовый состав, влажность и свет. Однако по мере усовершенствования методов и техники наблюдений в их перечень все чаще включаются гелиогеофизические параметры среды обитания, зависящие от солнечной активности, такие как магнитное поле Земли и межпланетное магнитное поле, электрические, электромагнитные и сейсмические переменные поля. Они оказывают значительное, хотя еще и малоизученное влияние на биологические системы, приспосабливающиеся к переменным условиям окружающей среды. Установлено [Чижевский, 1963; Пресман, 1968], что биологические ритмы на ступенях организации живой природы согласуются с циклическим характером изменения гелиогеофизических факторов. В течение 3,5 млрд. лет биологической эволюции организмы не только приспосабливались к гелиогеографическим воздействиям, но и использовали их.

Проблема взаимоотношений организма и внешней среды, поставленная главным образом в трудах отечественных ученых, значительно расширила границы в связи с развитием и уточнением понятия «внешняя среда», которая теперь рассматривается в сложном взаимодействии с космическими процессами. Это позволило достичь больших успехов в астрономии, астрофизике, геофизике и поколебать распространенное ранее мнение об автономности биосферных процессов, их независимости от событий в космическом пространстве.

Впервые идея о тесной зависимости явлений, происходящих в биосфере, от космических факторов высказана А. Л. Чижевским и В. И. Вернадским.

Накоплен довольно обширный материал, свидетельствующий о зависимости изменений в биосфере от явлений на Солнце. Как выяснилось, на Земле существенна не только получаемая от Солнца огромная энергия, но и появление на нем пятен, протуберанцев и других образований, объединяемых общим названием «солнечная активность».

Существует много гипотез, касающихся конкретной физической интерпретации взаимодействия геомагнитного поля (ГМП) и солнечной активности с биообъектом. Несмотря на различные точки зрения, большинство исследователей полагают, что геомагнитные возмущения влияют прежде всего на физико-химические процессы, а через них на направленность биохимических реакций. Все это создает напряжение на квантовом, субмолекулярном и молекулярном уровнях, которое, по-видимому, изменяет жизнедеятельность клеток органов и тканей. При этом изменяется устойчивость неравновесности и с последующими возможными функционально-структурными нарушениями в организме [Плеханов, 1965]. Вероятно, влияние гелиогеофизических факторов на проницаемость биологических мембран — один из важных компонентов в первичных механизмах их биологического действия [Дубров, 1969а].

Резонансно-полевая гипотеза биологического действия ГМП Земли и электромагнитных излучений (в широком понимании этого слова) также может быть принята в качестве общей плодотворной идеи. Суть ее заключается в том, что физические факторы полей информационно взаимодействуют с биологическими магнитными и электромагнитными полями. Это предполагает наличие в биологических объектах дискретных (квантовых) состояний рецепторов и их взаимодействий с биологическим электромагнитным полем, что определяет последующую специфическую реакцию живого объекта на внешнее физическое воздействие. Первичный механизм этого феномена может включать резонансные явления.

Обилие статистического материала, клинических наблюдений и экспериментальных исследований свидетельствует о влиянии флуктуации солнечной активности на самые различные биологические процессы на Земле. Так, установлена связь во времени между массовыми заболеваниями (сердечно-сосудистыми, нервными, аллергическими, различными эпидемиями) и колебаниями солнечной активности. Определено, что сердечно-сосудистые катастрофы учащаются в периоды повышения солнечной активности. Есть данные о влиянии процессов, происходящих на Солнце, на центральную нервную систему, систему крови, на течение аллергических заболеваний и хронических заболеваний органов дыхания. Получены доказательства зависимости цикличности ряда эпидемических процессов от периодической деятельности Солнца.

Кроме того, колебания электромагнитного поля (ЭМП) рассматривают как один из факторов, играющих роль посредника в солнечно-земных связях.

Наличие взаимосвязи болезней и атмосферных явлений отмечал еще Гиппократ. Он считал это проявлением всеобщности законов природы всего живого. Практически с тех времен влияние на биологические процессы космических факторов не учитывалось. Систематическое изучение зависимости ряда биологических явлений от космических перемен начал в 1915 г. А. Л. Чижевский [1963]. Он расширил представления об условиях существования жизни на Земле, научно доказал наличие постоянных связей биосферы с космическими факторами, включая в понятия внешней среды и понятие космического пространства. Им обнаружено, что колебания интенсивности самых разнообразных массовых процессов на нашей планете синхронны, а периодичность вспышек эпидемий и пандемий, эпизоотий и т. д. находится в прямой связи с возмущениями физических факторов внешней («космотеллурической») среды. В 1927—1928 гг. А. Л. Чижевский убедительно доказал, что многочисленные функциональные и органические нарушения в жизнедеятельности и развитии биологических систем (от отдельных организмов до популяций и сообществ) обусловлены комплексом возмущений во внешней физико-химической среде, источником которых являются космические воздействия, особенно резкие изменения при нарушении нормального хода физических процессов на Солнце. В 1930 г. он выступил с концепцией «эпидемических катастроф», считая, что эпидемии связаны с периодической деятельностью Солнца, и предсказал возможность прогнозирования вероятности их наступления.

Научная разработка проблемы всеобщей связи живой природы с космическими процессами на новой биогеохимической основе на рубеже 19—20 вв. начата В. И. Вернадским.

Проблема информационных взаимоотношений в биосистемах в силу теоретической и практической значимости находится в центре внимания отечественной и зарубежной медико-биологической науки. Особый интерес представляют аспекты, связанные с исследованием полевых взаимодействий и оценкой биологической роли гелиогеофизических факторов. В данной работе приведены результаты изучения информационных взаимоотношений в биосистемах на модели дистантных межклеточных взаимодействий (ДМВ) и жизнеспособности клеточного монослоя, показывающие экологическую значимость регуляторных влияний естественного электромагнитного поля, его роль в адаптивных реакциях биосистемы. Описаны итоги оригинальных исследований особенностей роста клеточного монослоя и проявления ДМВ в динамике полного 11-летнего цикла. Полученные данные позволяют рассматривать клеточные культуры и ДМВ как чувствительный метод для изучения солнечно-земных связей. На их основе можно разработать подходы к созданию новых методов диагностики, прогнозирования и коррекции состояния биосистемы.

Цель книги — привлечь внимание к очень важной проблеме — передаче электромагнитной биоинформации. Ее решение даст возможность, на наш взгляд, наметить новые подходы к таким биоло-

гическим проблемам, как развитие, рост, механизмы старения, возникновение злокачественных новообразований. В поисках возможных путей решения этих важных задач авторы попытались обобщить и подвести итоги своих многолетних исследований.

В работе изложены новые экспериментальные данные, которые подтверждают, развивают и углубляют материалы книги этих же авторов «Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях» (1981 г.).

Авторы благодарны коллективу лаборатории биофизики Института клинической и экспериментальной медицины СО АМН СССР, а также Н. Р. Деряпе, А. Н. Мосолову и С. Б. Стефанову, принимавшим участие в подготовке этой книги.

Глава 1

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИВОГО И КОСНОГО ВЕЩЕСТВА

«Мы знаем, что большинство явлений описывается существующими закономерностями, но и все же мне думается, что одно из основных свойств живой природы — воспроизводить себя — может явиться проявлением некоторых сил в природе, пока еще не известных и не объяснимых известными закономерностями взаимодействия между элементарными частицами» [Капица, 1981, с. 18].

Среди наиболее поразительных и необъяснимых пока явлений жизни необратимость и прогрессивное направление биологической эволюции, вероятно, нужно поставить на одно из первых мест. Ни теория великого Ч. Дарвина, ни ее дальнейшее преобразование в современную концепцию так называемой «теории синтетической эволюции», ни многочисленные работы «номогенетического» характера не способны были объяснить этот феномен живой природы. Возможно, что закономерности необратимости и прогрессивности относятся к классу иных, более глубоких взаимодействий природных сил.

Существует несколько гипотез о развитии жизни на Земле. Впервые понятие биосферы введено Э. Зюссом [Suess, 1875]. По его теории биосфера — это сфера, занятая жизнью, или сфера обитания живых организмов.

Деление природы и природных тел на два царства — живое и мертвое, понятия живых и мертвых тел берут начало в работах Аристотеля, перипатетиков. Подобные же деления содержатся и в древнейших источниках наследия Китая, Индии.

Позднее натуралисты выделяют три и более (до восьми) царств природы. В работах Линнея, Бюффона (17—18 вв.) описываются такие царства в единстве природы — царства животных, растений, минералов. Дальнейшие исследования вновь утверждают единство природы. В 1766 г. один из величайших натуралистов П. С. Паллас указывает, что вместо деления на три царства «правильнее тела, которые выявляют нам наш земной шар, различать как косные — инертные и органические — живые; первые как будто образуют территорию Природы, вторые — ее население» [по Вернадскому, 1977, с. 18].

Одновременно развиваются представления о космичности жизни, живого вещества. В книге Гюйгенса, изданной дважды по

инициативе Петра I в России на русском языке («Книга мироздания»), утверждается, что «жизнь есть космическое явление, в чем-то резко отличное от косной материи». Это обобщение В. И. Вернадский назвал «принципом Гюйгенса» [1977, с. 18—19].

Новое содержание в понятие живого вещества вкладывает наш соотечественник В. И. Вернадский. Выделив единство (совокупность) всех живых организмов на планете как новую планетарно-космическую геологическую силу, В. И. Вернадский пытается найти и материальную его сущность. Он пишет: «Мир является для нас реальным объектом, как целое, свойства которого могут в известной степени познаваться геометрией — наукой, основанной на эмпирическом проникновении в реальную природу. Он представляет нечто единое, и свойства его зависят от места, в нем изучаемого. Его проявлением являются радиация, материя и энергия, разделение которых друг от друга так же мало возможно, как и разделение абсолютных пространства и времени друг от друга. Радиация, материя и энергия — и, возможно, проявления жизни, если подтвердится ее космическое значение,— заполняют все доступное нам окружающее Реальное — Космическое пространство и связанное с ним время» [1978б, с. 40]. Таково материалистическое, диалектическое представление В. И. Вернадского о материальности, реальности природы, таковы его основы научной картины мира. В этой связи вспомним слова М. В. Ломоносова: «Материя есть то, из чего состоит тело, и от чего зависит его сущность» [1980, с. 118]. Д. И. Менделеев пишет: «Вещество или материя есть то, что, наполняя пространство, имеет все, т. е. представляет массы, притягиваемые землею (имеющие вес) и другими массами материи, то — из чего состоят тела природы и с чем совершаются движения и явления природы» [1889, с. 1].

Анализируя указанные понятия материи и вещества, Б. М. Кедров пишет: «Конечно, отождествление материи и вещества неправильно, но само менделеевское определение вещества как вида материи, обладающего массой (весом), глубоко верно. В современных условиях точнее следовало бы сказать, что вещество — это один из двух основных физических видов материи (другим ее видом являются физические поля), который обладает массой покоя» [1984, с. 40].

С. И. Вавилов в книге «Глаз и Солнце» [1981] определил и сформулировал два соотносительных понятия основных физических видов материи — вещество и свет (электромагнитное поле и вообще физические поля): вещество — это все материальные образования, обладающие массой покоя, собственной массой; физические поля (в том числе и свет) — это материальные образования, не обладающие массой покоя, но обладающие только массой движения, которая в случае света характеризуется как электромагнитная масса. Вероятно, к последнему виду относятся пределы наших исследований той части материи, которая заполняет пространство в бесконечности.

Таковы современные научные обобщения о материальности мира — материи как реальности мира.

В 1926 г. В. И. Вернадский высказал гипотезу о том, что биосфера и ее фундаментальный компонент — живое вещество — возникли на Земле как единая, неразделимая, целостная оболочка. Первоначально она могла носить островной характер, но впоследствии заполнила большую часть земной поверхности, охватывая значительные области литосферы, гидросферы и атмосферы. Впервые вводя понятия косного и живого вещества, ученый писал: «Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие научные гипотезы...

В связи со всем этим в явления жизни и ввел вместо понятия ,,жизнь'' понятие ,,живое вещество'', сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. ,,Живое вещество'' есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всем известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов. Понятие ,,жизнь'' всегда выходит за пределы понятия ,,живое вещество'' в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это все отпало в ,,живом веществе''» [Вернадский, 1978б, с. 213].

Основоположники космогонии А. А. Гумбольдт, М. В. Ломоносов, К. Э. Циолковский и другие не рассматривают единство косной и живых форм материи. Современные философские космогонические исследования, по нашему мнению, так же в значительной мере односторонни и продолжают уходить все дальше от проблем диалектики природы в этом важнейшем вопросе построения современной научной картины мира (единства косных и живых форм материи).

В. И. Вернадский создал единую, динамическую картину развития живого вещества планеты Земля. Живое вещество охватывает биосферу, ее создает и изменяет, но по весу и объему оно составляет небольшую ее часть. Косное (неживое) вещество резко преобладает, по объему господствуют сильно разреженные газы, по весу — твердые горные породы и в меньшей степени — жидкие: пар, морская вода Мирового океана. Живое вещество даже в самых больших концентрациях составляет десятые процентов вещества биосферы и в среднем едва ли достигает 0,01—0,02% по массе. Но геологически оно определяет все идущие в биосфере процессы, развивает огромную свободную энергию, создает основную силу в биосфере, мощность которой, возможно, превышает все другие геологические проявления в биосфере.

В этой интерпретации живое вещество планеты и вовлеченное в его процессы и функции косное вещество (миграция химических элементов и соединений) представляются как единая планетарно-космическая система. С позиций такого широкого подхода полу-

чает объяснение поразительное явление жизни и биологической эволюции — ее необратимость и прогрессивное направление.

Механизм поступательного развития жизни и усложнения его организации сформулирован одновременно В. И. Вернадским и Э. Бауэром. Эти концептуальные обобщения закономерностей функционирования живого вещества заслуживают наименования законов Вернадского — Бауэра [Казначеев, 1983, с. 13]. В. И. Вернадский, оценивая эволюцию и свойства живого вещества в биосфере, выделил два фундаментальных биогеохимических принципа, Э. Бауэр выделил и описал эти закономерности на уровне индивидуальных организмов и их эволюционной преемственности.

Первый из них гласит, что геохимическая биогенная энергия в биосфере стремится к максимальному проявлению. Согласно второму принципу, в ходе эволюции видов выживают организмы, которые своей жизнедеятельностью максимально увеличивают биогенную геохимическую энергию [Вернадский, 1975].

Живое вещество — особая форма движения материи, взаимодействуя с косным веществом, превращает его в собственную структуру, биокосные образования, организует биосферу и окружающее ее пространство. Организация биосферы в целом есть функция живого вещества, его собственной планетарной энергоструктурной динамики [Шепунов, 1980].

Э. Бауэр указывал на различие между физическими системами (состоящими из косного вещества) и живыми, биологическими системами. Если первые стремятся к достижению наиболее устойчивого равновесного состояния (и максимуму энтропии в системе), то вторые, негэнтропийные, никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях.

На основе этого разграничения Э. Бауэр [1935] ввел понятие «принцип максимума эффекта внешней работы». Суть его сводится к тому, что эволюция биосистем есть результат увеличения эффекта их внешней работы (воздействие на среду) в ответ на ассимилирование из внешней среды определенного количества энергии.

По мнению В. П. Казначеева, законы Вернадского — Бауэра утверждают следующее: 1) существует устойчивая неравновесность биосистем; 2) существует максимум эффекта внешней работы биосистем.

Опираясь за законы Вернадского — Бауэра и представление об эволюционном процессе как материальном потоке, ассимилирующем рассеянные источники энергии, которые преобразуются в информацию молекулярных структур, а затем реализуются в виде целенаправленных актов внешней работы, можно видеть, что движение в таком процессе (потоке живого вещества) имеет своеобразную векторную направленность от меньшей организованности к большей.

Таким образом, жизнь течет, движется подобно жидкости в гравитационном поле Земли от меньшей структурной организованности к большей. Если все процессы косного вещества стремятся к равновесности, то живое вещество движется в противотоке ко все большей и большей неравновесности. В своем учении о живом веществе, принципах его организации, законах его развития и усложнения, о биосфере как единой планетарной эволюционирующей системе В. И. Вернадский как бы следует за естественно-природной историей планеты Земля.

В соответствии с понятием о связи между космосом и поверхностью планеты, определяемой космическими излучениями, и прежде всего потоком солнечной радиации, В. И. Вернадский наполняет термин «биосфера» новым содержанием. Биосфера в его представлении есть оболочка Земли, охваченная жизнью. Вещество биосферы пронизано энергией, источник которой располагается за пределами биосферы, в космическом пространстве. «По существу биосфера может быть рассматриваема как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию — электрическую, химическую, механическую, тепловую и т. д.» [Вернадский, 1926, с. 7].

Эти рассуждения выдающегося ученого остаются в силе и в современных исследованиях физики биосферы. «Живое вещество биосферы в одинаковой мере обусловлено процессами Земли и космическим излучением Солнца. Присутствие живого вещества в биосфере придает своеобразный облик энергетическим явлениям на поверхности Земли и обогащает ее запасом энергии, способной к дальнейшим превращениям. Прежде всего живое вещество накапливает и сохраняет в своей биомассе энергию солнечного излучения, преобразованную в энергию органических соединений. Количество этой энергии, по оценке В. И. Вернадского, составляет примерно 10^{18} ккал. Способность всех живых существ размножаться превращает накопление свободной энергии в биосфере в саморасширяющийся и самовосстанавливающийся процесс» [Хелми, 1966].

Таким образом, с точки зрения современных представлений о физике биосферы живое вещество рассматривается как самоорганизующийся механизм (система) по преобразованию космической энергии. Оно является системой, которая использует природный астрофизический процесс, например излучение ядерной энергии звезд, «встраивается» в поток космического излучения, поглощает и аккумулирует его часть. Энергия космоса используется благодаря специфическим структурам, образующим фундаментальные основы жизнедеятельности живого вещества. Мы указывали на эти характерные черты живого вещества при анализе закона Э. Бауэра о неравновесности живых систем и при разборе обобщенного понятия биосистемы (биосистема характеризовалась как особое «биотическое триединство», в котором сходятся потоки энергии, структур и информации, извлекаемые из среды и перерабатываемые в биосистеме) [Казначеев, Михайлова, 1981].

Исходя из геохимического представления о функциях биосферы как целостной системы живого вещества, В. И. Вернадский подчеркивает момент, имеющий принципиальное значение при проведении современных экологических исследований. Он указывает, что биосфера как система живого вещества имеет сложное строение и включает в себя разнородные компоненты, связанные многообразными отношениями.

Согласно В. И. Вернадскому [1975], вещество биосферы состоит из семи разнородных природных частей: 1) совокупности живых организмов, живого вещества; 2) вещества, создаваемого и перерабатываемого жизнью, биогенного вещества, выделенного мощной потенциальной энергией, однако неактивного биологически; 3) вещества, в формировании которого живое вещество не участвует,— косного вещества; 4) биокосного вещества, создаваемого одновременно живыми организмами и косными физико-химическими процессами, представляющего собой равновесные динамические системы (почти вся вода биосферы, нефть, почва, кора выветривания и т. д., организмы играют здесь ведущую роль); 5) вещества, находящегося в состоянии радиоактивного распада; 6) рассеянные атомы, которые создаются из земного вещества под влиянием космических излучений; 7) вещества космического происхождения.

В биосфере В. И. Вернадский [1977] выделяет девять функций живого вещества: газовую, кислородную, окислительную, кальциевую, восстановительную, концентрационную, разрушения органических соединений, восстановительного разложения, метаболизма и дыхания организмов. С учетом современных данных они могут быть перегруппированы в энергетическую, деструктивную, средообразующую и транспортную функции [Лапо, 1979].

Стремясь к возможно более полному определению специфических характеристик и функций живого вещества биосферы, В. И. Вернадский [1977] выделил ряд основных параметров, свойственных косному (физическому) веществу, и сравнил с ними сопоставимые параметры живого вещества. Однако следует подчеркнуть, что, согласно В. И. Вернадскому, биосфера рассматривается прежде всего как целостная система, как единый, неделимый организм. Проводя аналогию между индивидуальным организмом как целостностью и биосферой как единой системой в понимании В. И. Вернадского, можно утверждать, что «анатомия», «физиология» биосферы, механизмы регулирования и взаимосвязь ее частей и элементов не могут быть поняты без оценки всего «организма» в целом, так же как не может быть понят организм человека только путем расчленения, даже при самом глубоком и тонком изучении его отдельных систем, органов, тканей.

Наряду с распространенными представлениями о характере энергетического взаимодействия живого вещества Земли и космической среды, об осуществляемых им планетарных биогеохимических функциях интересны идеи В. И. Вернадского. Так, среди концептуальных положений ученого о сущности и особенностях

процесса биосферогенеза следует отметить гипотезу о том, что биосфера возникла сразу как некое новое образование, развивающееся затем по своим особым законам. Автор выделяет главное содержание биосферы — живое вещество — как явление не только планетарное, но и космическое [Вернадский, 1975]. Позднее он подтвердил это и по отношению к человеческой мысли [1977]. В пользу гипотезы единого космопланетарного возникновения живого вещества приведены два основных факта: 1) преобладание молекулярной левовращающейся дисимметрии; 2) абсолютное сохранение принципа Реди («живое — только от живого»). Хорошо известно, что в метеоритах присутствуют органические соединения.

К числу фундаментальных проблем, поднятых В. И. Вернадским, относится вопрос о пространственно-временной метрике биосферы. Она существует во времени и пространстве как единый организм. Временной масштаб ее жизни различен в процессах космических взаимодействий, взаимосвязей с косным веществом планеты, в разные геологические периоды. В современную эпоху он зависит от характера социально-исторической деятельности людей.

Для строения биосферы характерна физико-химическая и геометрическая разнородность. Живое и косное вещества биосферы на протяжении геологического времени резко разделены по своему генезису и строению. Живое вещество родится из живого (принцип Реди), образуя поколения, никогда не возникающие в условиях Земли из косного вещества.

По нашему мнению, между косным и живым веществами есть одна, никогда не прекращающаяся, связь: идет непрерывный материальный и энергетический обмен между безжизненной частью, косными природными телами и живым веществом биосферы, материально выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом,— биогенный ток атомов. В нем и в связанной с ним энергии проявляется планетарное, космическое значение живого вещества, поскольку только в биосферу проникают космическая энергия, космические излучения, солнечная энергия, поддерживающие динамическое равновесие биосферы и живого вещества. Таким образом, сама биосфера, состоящая из живых и косных природных тел, образует сложные закономерные «косно-живые» структуры, которые можно назвать биокосными природными телами. Сама биосфера есть сложное планетное биокосное природное тело.

Различие между косным и живым веществами очень велико, этим определяется и разнородность строения биосферы, когда наблюдается резкое различие ее (биосферы) вещества и ее энергетики в форме живых и косных естественных тел.

Одно из проявлений разновидности биосферы заключается в том, что процессы, идущие в живом и косном веществе, резко различны во времени: в живом веществе они идут в аспекте биосферного времени, в косном — геологического.

Живое вещество пластично приспосабливается к изменениям среды. Этот процесс очень сложный, у него свой эволюционный ход. Эволюция биосферы связана с усилением эволюционного процесса живого вещества начиная с кембрия. В течение 500—800 млн. лет биосфера не раз переходила в новое эволюционное состояние, когда возникали новые геологические проявления (например, крупные организмы с кальцитовыми скелетами, или в третичное время — наши леса, степи и развитие жизни крупных млекопитающих, или выработка за последние 10—20 тыс. лет человеком в своей социальной среде научной мысли и создание в биосфере признаков новой геологической силы — нового эволюционного состояния биосферы — ноосферы). Необратимость эволюционного процесса, его поступательное движение — характерное отличие живого вещества в геологической истории планеты от косного.

К идее биологического времени В. И. Вернадский возвращался неоднократно. До сих пор проблема пространственно-временной организации живого вещества, его отдельностей не получила, к сожалению, своего фундаментального развития.

С появлением на Земле человека, который включается в состав живого вещества, специфическая оболочка Земли — биосфера — начинает преобразовываться: интенсивность преобразований увеличивается по мере роста научного знания. Эту новую стадию в эволюции биосферы В. И. Вернадский называл ноосферой. Он подчеркивал связь и преемственность биосферной и ноосферной эволюции: «Эволюционный процесс живых веществ непрерывно в течение всего геологического времени охватывает всю биосферу и различным образом, менее резко, но сказывается на ее косных природных телах. Уже по одному этому мы можем и должны говорить об эволюционном процессе самой биосферы в целом... Эволюционный процесс получает при этом особое геологическое значение благодаря тому, что он создал новую геологическую силу — научную мысль человечества. Мы как раз переживаем ее яркое вхождение в геологическую историю планеты. В последние тысячелетия наблюдается интенсивный рост влияния одного вида живого вещества — цивилизованного человечества — на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние, в ноосферу» [Вернадский, 1977, с. 18—19]. Учение о ноосфере как о новой фазе эволюции поверхности планеты, выходе человека в космос, зарождение следующей стадии планетарного развития — ноокосмогенеза — все это и является тем новым этапом становления естественно-научных знаний, которое осуществил В. И. Вернадский.

Современные успехи космонавтики, достижения человечества в освоении регионов Земли с экстремальными условиями жизни (Заполярье, высокогория, пустыни), характеризующиеся усилением взаимодействия организма человека с гелиогеофизическими и метеорологическими факторами на Земле и в ближнем космосе,

обусловили актуальность и социальное значение изучения медико-биологических аспектов солнечно-биосферных связей.

Занимаясь изучением проблемы солнечно-биосферных связей, на наш взгляд, необходимо учитывать тотальность воздействия на биосферу не только солнечной активности, но и связанных с ней геофизических явлений; при этом следует учитывать неоднородность биосферы, ее градиентность в околополюсных регионах и других широтах. Особый интерес, по всей видимости, представляют вопросы, связанные с эволюцией магнитного поля Земли более чем за 3500 млн. лет существования живого вещества биосферы. Следует учитывать и оценивать роль палеонтологии в эволюции биосферы, необходимо разрабатывать подходы к «извлечению» палеоформ жизни, отражающих палеомагнитные события на Земле.

Назовем только два удивительных явления природы, открытых за последнее время. Во-первых, твердо установлено, что в истории Земли в течение, как полагают, каждого миллиона лет происходила неоднократная смена магнитных полюсов Земли (магнитная инверсия). Время переполюсовок, вероятно, было неодинаковым, но достаточно коротким (600—10 000 и более астрономических лет). В период смены магнитных полюсов (инверсий) магнитосфера Земли изменилась, вероятно, настолько, что плазма Солнца и космические излучения не задерживались в той мере, как это происходило в стационарных условиях, чтобы не оказывать на поверхность Земли, ее биосферу экстремального воздействия. Это факты [Храмов и др., 1982]. Эволюция же живого вещества, по материалам палеонтологии, не претерпевала столь существенных изменений. Возникает вопрос: как сочетать два мало совместимых факта — инверсию магнитных полюсов Земли и биологическую эволюцию?

Большое методологическое значение в изучении солнечно-биосферных связей, с нашей точки зрения, имеет концепция электромагнитного гомеостатирования биосферы, проявление его существенно зависит от уровня организации изучаемой биосистемы. В живом организме, представляющем сложную иерархию клеток, тканей, органов и систем, можно предположить существование электромагнитного гомеостаза, защищающего организм в целом, отдельные его клетки от повреждающего воздействия электромагнитного поля. Природа и механизм такого гомеостаза подлежат специальному изучению. В основе жизнедеятельности клеток лежат не только макромолекулярные механизмы. Они сосуществуют и, видимо, вторичны относительно полевой, электромагнитной организации живого вещества. Эта организация связывает его (живое вещество) более глубоко и интимно с внешней планетарно-космической средой.

Двадцать лет назад мы впервые описали эффект информационной роли сверхслабых электромагнитных полей клеточных культур [Казначеев и др., 1964]. В этой работе был представлен расчет информационной «емкости» и минимальной энергии носителей

информации в диапазоне ближнего ультрафиолетового спектра, а также возможные механизмы фотохимических реакций в биосистемах. Показано, что информационная емкость сверхслабого свечения клетки в этом диапазоне составляет $5 \cdot 10^9$ бит/с, основной обмен клетки оказался равен $1,7 \cdot 10^{-3}$ эрг/с. В целом же ультрафиолетовой области света может быть передано количество информации, равное 20^{20} бит/с.

На основании наших исследований взаимодействия клеточных культур в оптической среде, поведения клеточных культур в различных естественно-природных и искусственных электромагнитных полях мы рассматривали тканевые культуры как части живого вещества, его экспериментальные модели. Анализ наблюдений привел к выводу о том, что живое вещество как особая форма организации (движения) материи не может быть объяснено ни со стороны физического свойства вещества, обладающего массой покоя, ни со стороны вещества, обладающего лишь массой движения.

Живое вещество, по нашему мнению, есть особая форма движения материи, где особым образом взаимодействуют молекулярные и полевые материальные формы. Это взаимодействие описывается, как указывалось выше, наиболее полно двумя законами Вернадского — Бауэра.

Из такого определения живого вещества следуют очень важные утверждения.

1. Любое отдельное живое тело (организм) обладает фундаментальными свойствами живого вещества в целом как особой формой организации материи.

2. Пространственно-временные границы взаимодействия молекулярных и полевых основ живых организмов не совпадают и не соответствуют в пространстве и времени друг другу.

3. Взаимодействия организмов друг с другом и с косным веществом планеты и космоса осуществляются (в указанных свойствах) сочетанно, но эти взаимодействия могут быть преимущественно (преобладающе) либо молекулярными, либо полевыми. Формы пространственно-временных взаимодействий различны (молекулярные взаимодействия определяются контактами в прямом пространственно-геометрическом смысле, полевые не имеют ограничения в земном и мировом пространстве).

4. До сих пор живые организмы исследовались в основном в макромолекулярной форме живого вещества. Биофизические методы применялись как дополнительные для изучения природы тонких молекулярных организаций, молекулярно-ферментативных процессов. Такой организацией невозможно определить сущность состояния жизни организмов, их эволюции, нормальной и нарушенной жизнедеятельности, которая получила в настоящее время понятие патологии, или болезни (о болезнях живого вещества в указанном представлении впервые писал В. И. Вернадский [1978б, с. 266]). По своей сути изучение живого вещества в его за-

кономерностях массы движения и есть главный предмет биофизики.

5. В теоретической биологии и общей патологии живого вещества, живых организмов необходимо выделить новое направление, которое описывало бы состояние живого вещества в его полевых закономерностях, где молекулярные процессы (организация) в принципах эволюции (и во взаимодействии элементов живого вещества) являются преимущественно следственными, так как единство живого вещества в его космопланетарных масштабах определяется первично полевыми формами материи, их информационными потоками и взаимосвязями. Необходим также пересмотр сложившихся традиционных представлений в биологических и медицинских науках о природе организмов и их патологии.

Можно предполагать, что биологическое время (пространственно-временная организация живого вещества) ускоряется или замедляется тогда, когда соотношения (взаимодействия) массы вещества и массы движения изменяются. В крайних его состояниях (живого вещества, отдельных организмов) патология будет характеризоваться преобладанием (качественно, количественно) элементов массы движения или массы покоя [Философский..., 1982].

6. Наимельчайшей единицей живого вещества в указанном содержании следует считать биологическую мембрану как макромолекулярную подвижную структуру, организованную полевым материальным потоком. Этот поток организует движение и структуру молекул, которые, превращая химические и другие внешние источники энергии, поддерживают самоорганизацию и развитие полевых потоков. Первые же обладают в живом виде массой покоя, вторые — только массой движения.

Возможно, что живое вещество в полевой его форме, обладающее только массой движения, может перемещаться в пространстве, но эволюция его и воспроизводство возможны лишь в тех материально-молекулярных средах, где обеспечивается единство его полевых и молекулярных потоков [Алексеев, 1983]. Все известные мембранные молекулярные, биохимические и биофизические процессы (структура, перенос, зарядность) есть кооперативное следствие указанной общей организации мембран.

Эта организация лежит в основе более сложной ячейки известной земной жизни: бактерий, клеток и даже многоклеточных организмов.

Клетка в своем онтогенезе также отражает основные черты эволюции живого вещества, и различные периоды жизни клетки характеризуются разными соотношениями массы покоя и массы движения [Философский..., 1982]. Это имеет важное значение для понимания путей управления процессами жизнедеятельности клетки.

7. На уровне организма животных и человека выделяются те же свойства живого единичного вещества (сообщества, кооперации). Процессы онтогенеза, старения и заболеваний могут быть описа-

ны в аспекте доминирующей роли их полевой организации. По нашим данным, на уровне клеток в молекулярном выражении — это изменения мембран лизосом клеток и отложение (накопление) вещества внутри клеток (в мембранах) липопротеидной природы. Возможно, что необратимое изменение липопротеидов клетки отражает первичные изменения полевой формы взаимодействия элементов живого вещества во внешней и внутренней среде. Сказанное также относится и к ряду патологических процессов (опухолевая патология, патология развития и др.). В то же время явные контактные формы взаимодействия живых организмов друг с другом и с косным окружающим веществом (как и с высокими энергетическими потоками) определяются доминирующей сущностью их молекулярного строения. В эту группу входят различные травмы, паразитарные, бактериальные и, возможно, некоторые вирусные заболевания.

8. В свете изложенного требуются специальные исследования психических функций человека и человечества как высшей формы живого вещества на планете Земля.

В целом изучение медико-биологических аспектов солнечно-биосферных связей должно базироваться на современных представлениях об экологии и адаптации человека, признании биотропных эффектов солнечной активности, геомагнитного поля и метеофакторов. Биотропные эффекты могут возникать не только при энергетических, но и при информационных взаимодействиях с биосистемами различного уровня организации. Эти принципы будут способствовать прогрессу в области гелиобиологии, медицинской климатологии и т. д.

Изучение свойств и организации живого вещества на этих уровнях коренным образом меняет русло исследований в научной картине мира от аналитической к интегративной. Полевой, атомный уровень познания живого вещества только начинается, он заставляет видеть взаимосвязь атомов в конструкциях и функциях макромолекул во взаимосвязи с планетарно-космической средой. Именно этот интегральный взгляд на живую природу высказал впервые А. Л. Чижевский. Напомним, что выражение «космическая среда» в биологии, говоря о жизни, употреблял один из крупнейших биологов прошлого века К. Бернар. Он явно сознавал, что жизнь есть не только чисто земное, но и космическое проявление. Мы приходим к необходимости выделить биотермодинамику как новое научное направление в естествознании на новой методологической основе, а не как придаток традиционной молекулярной биологии и биофизики. Новые факты, полученные в науке, в том числе и сибирскими учеными, подтверждают правильность такого положения.

Глава 2

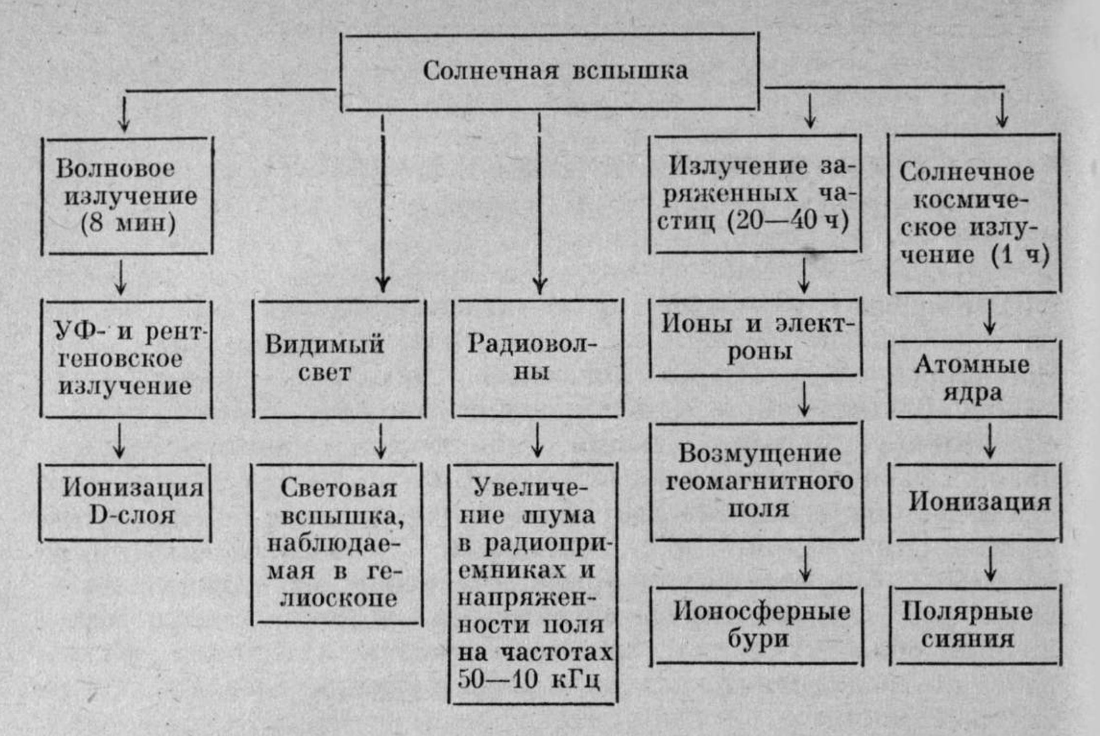
ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

Все живое на Земле постоянно испытывает влияние различных факторов внешней среды: света, температуры, влажности, гравитационного поля, барометрического давления, гелиогеофизических флуктуаций и т. д. Очевидно, каждый из них сыграл определенную роль в эволюции, в процессе которой земные организмы приспособились к их влиянию и выработали по отношению к ним защитные механизмы. Об этом накоплены многочисленные данные [Чижевский, 1963; Вернадский, 1975]. Идеи В. И. Вернадского о биосфере долгое время оставались непонятными широкому кругу ученых, но, освещенные новыми достижениями в различных областях естествознания, они обрели вторую жизнь, изменяя традиционные представления о фундаментальных основах жизни.

К изучению организации биосферы подходят с кибернетической позиции, вследствие этого на первый план выступают информационные взаимосвязи. Уже накоплен обширный эмпирический материал о взаимодействии биологических систем посредством своих электромагнитных полей и о гелиобиологических и космофизических связях, обусловленных влиянием на биосферу электромагнитных полей солнечного и космического происхождения. Все очевиднее становится, что эти факторы играют важную роль пространственно-временной организации и регуляции процессов в биосфере. Развивая идеи В. И. Вернадского в свете достижений современного естествознания, А. С. Пресман [1968, 1976] предложил концепцию о планетарно-космических основах организации жизни.

Поднят вопрос о биологическом значении естественных электромагнитных полей, а также геомагнитного поля для функционирования живых организмов. Интерес к этому вопросу вызван тем, что экспериментальные наблюдения и теоретические исследования дают основания считать, что естественный электромагнитный полевой фон Земли является необходимым эволюционно сложившимся условием для нормальной жизнедеятельности биологических систем.

Наиболее изучены взаимодействия между живым и косным веществами внутри Солнечной системы, прежде всего солнечно-земные связи. Главные звенья в этой цепи — Солнце, межпланетная среда и Земля с ее атмосферой и другими оболочками. Исследование солнечно-земных связей осложняется тем, что многие из них завуалированы, опосредованы другими процессами естественного (а в последнее время и искусственного) происхождения. Накапли-



ваются данные о важной роли астрофизических галактических процессов в динамике солнечно-планетарной системы и планеты Земля.

Согласно представлениям современной солнечно-земной физики, Солнце воздействует на процессы, происходящие вблизи Земли и у ее поверхности, посредством электромагнитного излучения (испускаемого Солнцем практически во всех диапазонах длин волн) и корпускулярных потоков. И в электромагнитном излучении (в коротковолновой области, в радиодиапазоне), и в солнечном ветре время от времени происходят значительные изменения, они связаны с комплексом явлений, протекающих в солнечной атмосфере и именуемых солнечной активностью. Она обусловлена изменением магнитных полей, которые наблюдаются на уровне фотосферы, однако вспышки, протуберанцы и т. п. протекают в основном в хромосфере и короне. Большинство этих явлений связано с развитием на Солнце активных областей. Центр активности существует от нескольких часов до суток и даже нескольких месяцев (до года), поэтому ряд явлений на Земле повторяется с периодом вращения Солнца — около 27 дней (например, так называемые рекуррентные, т. е. периодически повторяющиеся, магнитные бури). Кроме процессов большого временного масштаба, в активной области часто наблюдаются спорадические (внезапно развивающиеся) явления, связанные с нестационарными процессами — солнечными вспышками.

Периодическое появление и развитие активных областей на Солнце называется солнечным циклом. Этот процесс может быть прослежен по изменению различных характеристик активной области, однако наиболее наглядное его проявление — изменение

числа солнечных пятен в течение около 11,2 года (средний период).

Благодаря усилиям астрономов многих стран удалось получить непрерывный ряд данных о числе солнечных пятен начиная с 1749 г. Большой вклад в эту работу внесли цюрихские астрономы. Один из них — Вольф — в середине прошлого века предложил характеризовать уровень солнечной активности относительными числами пятен. Это так называемые числа Вольфа

$$R = k(10g + f),$$

где g — число групп пятен; f — общее число отдельных пятен; k — множитель, характерный для данной обсерватории и зависящий от условий наблюдения.

Кроме чисел Вольфа, существуют другие индексы солнечной активности (например, F — площадь солнечных пятен).

Исследования количества активных областей на Солнце показывают, что имеется несколько периодов солнечной активности, накладывающихся друг на друга: 11 лет, 22 года, 80—90 лет и более [Мирошниченко, 1981; Владимирский, 1982]. Наиболее выражен 11-летний цикл, в котором выделяют фазу роста активности (около 2 лет), фазу максимума (3 года), наиболее длительную фазу спада активности (примерно 3,5 года) и фазу минимума (так же, как максимум, около 2 лет) [Дубров, 1980]. Таким образом, кривая 11-летнего цикла имеет характерный несимметричный вид: период роста активности — 4,2 года, а период спада — около 7 лет. Согласно наблюдениям, продолжительность этого цикла менялась от 7 до 16 лет, и его средняя продолжительность составляет 11,2 года [Владимирский, 1982]. Для удобства солнечные циклы пронумерованы; первым считался цикл, начавшийся в 1755 г. (с минимума). Поскольку по предыдущему циклу нет полных данных, цикл 1755—1766 гг. получил название нулевого. Текущий цикл № 21 начался с минимума в 1976 г., максимум его наблюдался в 1980—1981 гг.

Как правило, во время максимумов четных циклов числа Вольфа имеют большее значение, чем в соседних нечетных, причем полярность магнитного поля, связанная с солнечными пятнами, в четных и нечетных циклах противоположна. В связи с этим четные и нечетные 11-летние циклы объединяются в 22-летние («магнитные», или «хейловские», циклы).

Излучение и корпускулярные потоки существуют даже в периоды самого глубокого минимума солнечной активности.

Плотность потоков энергии солнечного излучения в рентгеновском и далеком ультрафиолетовом диапазонах очень сильно меняется при солнечных вспышках и в течение 11-летнего цикла (рис. 1), однако она не составляет и доли процента от общего потока энергии [Лаутер, 1980]. Только незначительная часть излучения Солнца из космического пространства проникает в атмосферу и достигает поверхности Земли. Максимум лежит в видимой

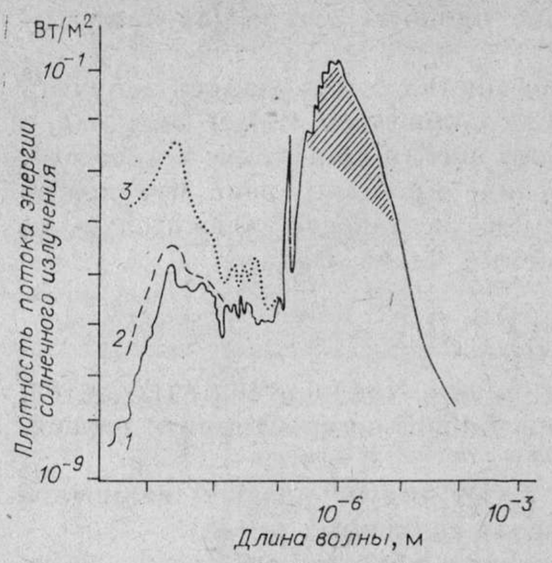


Рис. 1. Распределение энергии в солнечном спектре.

Заштрихованная область составляет 99,9% общей интенсивности испускаемого излучения; *1* — излучение при минимуме солнечных пятен; *2* — излучение при максимуме солнечных пятен; *3* — изменение излучения при солнечной вспышке.

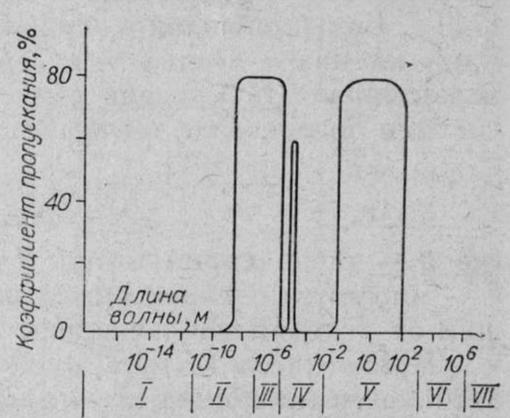


Рис. 2. «Окна прозрачности» для проникающего на Землю солнечного и космического электромагнитного излучения.

I, II — соответственно космические и рентгеновские лучи; *III, IV* — соответственно УФ-, ИК-лучи видимого диапазона; *V* — ультрарадиоволны (микроволны); *VI* — радиоволны; *VII* — сверхдлинные радиоволны.

части электромагнитного спектра (рис. 2). Именно эта часть излучения в диапазоне длин волн 290—700 нм вносит основной вклад в «энергоснабжение» Земли и характеризуется так называемой солнечной постоянной (1373 ± 20 Вт/м²). Из измерений солнечной постоянной следует, что интегральная светимость Солнца как звезды отличается высокой стабильностью — изменение этой величины не превышает десятой доли процента, а светимость, видимо, не изменялась заметным образом за все время существования биосферы при вариациях солнечной активности [Владимирский, 1982]. В ближней ультрафиолетовой области ($\lambda = 290$ нм) солнечное излучение (за пределами атмосферы Земли) практически остается неизменным, но на поверхность Земли оно уже не попадает. Этому препятствует наличие озоносферы — постоянно существующего в стратосфере (на средних высотах 25 км) слоя озона (озоносфера образуется благодаря воздействию на атмосферу Земли коротковолнового солнечного излучения в результате определенных физико-химических реакций). При еще более коротких длинах волн (далекий ультрафиолет, мягкое рентгеновское излучение) излучение также полностью поглощается. Фотоны в этой области спектра обладают уже энергией, достаточной для ионизации, и их поглощение приводит к возникновению электрически высокопроводящего слоя — ионосферы, которая располагается на высотах 100—300 км. Излучения в инфракрасном диапазоне сильно поглощаются молекулами атмосферных газов, в част-

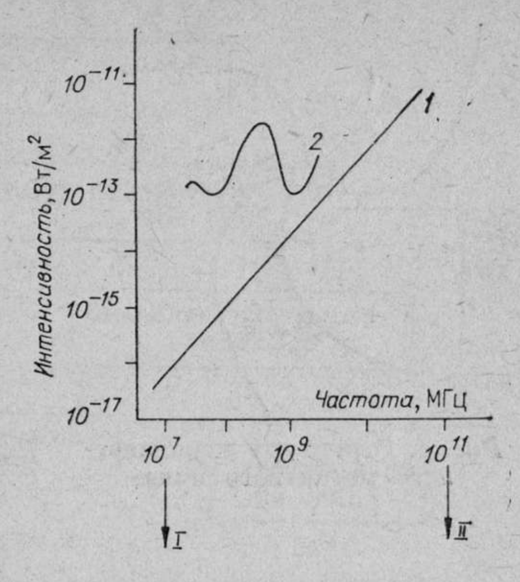


Рис. 3. Распределение интенсивности солнечного излучения в радиочастотном диапазоне.

1 — при спокойном Солнце; *2* — при вспышке на Солнце.
Радиоволны: *I* — метровые, *II* — миллиметровые.

ности парами воды. В диапазоне от субмиллиметровых радиоволн вплоть до длин волн в 20÷30 м ничто не мешает излучению (очень слабому) достигать поверхности Земли (рис. 3). Радиоволны длиннее декаметровых поглощаются ионосферой. Таким образом, имеющиеся у Земли «защитные экраны» (сама атмосфера, озоносфера, ионосфера) позволяют электромагнитному излучению свободно проникать на ее поверхность только в двух диапазонах (двух «окнах прозрачности»): оптическом ($\lambda = 290 \div 700$ нм) и радиодиапазоне ($\lambda = 1$ мм $\div$ 30 см) (см. рис. 3).

Корпускулярное излучение Солнца, обстоятельно изученное в последние десятилетия, не играя большой роли в его энергетическом балансе, имеет важное значение в физике солнечно-земных связей. Установлено, что самая верхняя часть солнечной атмосферы — корона — находится в неустойчивом состоянии и непрерывно расширяется. На расстоянии от поверхности Солнца (фотосферы) свыше нескольких десятков радиусов скорость расширения достигает своего стационарного значения и образуется так называемый солнечный ветер. Вещество солнечной короны и солнечного ветра (между которыми не существует резкой границы), представляющее собой водород с небольшой примесью гелия, вследствие ионизации их атомов находится в плазменном состоянии — это электрически нейтральная в целом смесь ионов и электронов. Еще одна существенная компонента плазмы солнечного ветра — магнитное поле, «вытягиваемое» из короны при ее расширении. Покинув корону, некоторый объем водородной плазмы движется по радиусу со скоростью 400 км/с, преодолевая расстояние до орбиты Земли за 4,5 сут. Солнце за это время успевает повернуться на угол около 60°. В итоге, если смотреть с северного полюса Солнца на плоскость гелиоэкватора (почти совпадает с плоскостью земной орбиты), силовая линия межпланетного магнитного поля (не теряющая связи с Солнцем) будет иметь форму архимедовой спирали (рис. 4).

Прямыми измерениями в космосе была обнаружена следующая закономерность: в некотором интервале гелиодолгот межпланетное магнитное поле имеет устойчивое направление (например, от Солнца обозначается +) в течение нескольких дней. После того

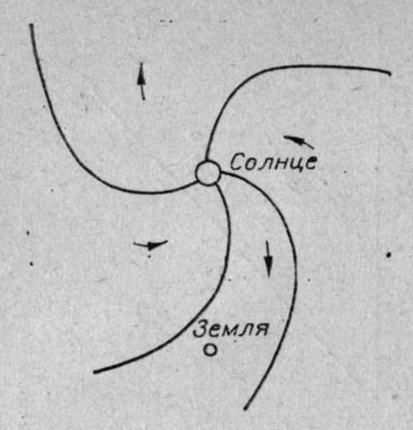


Рис. 4. Структура межпланетного магнитного поля.

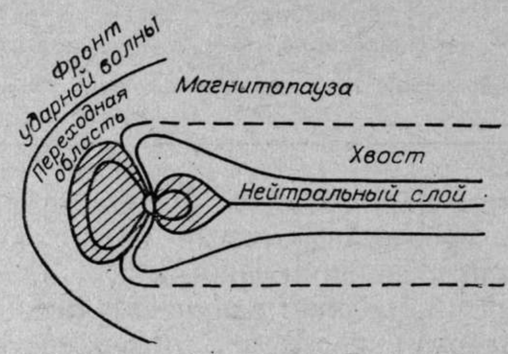
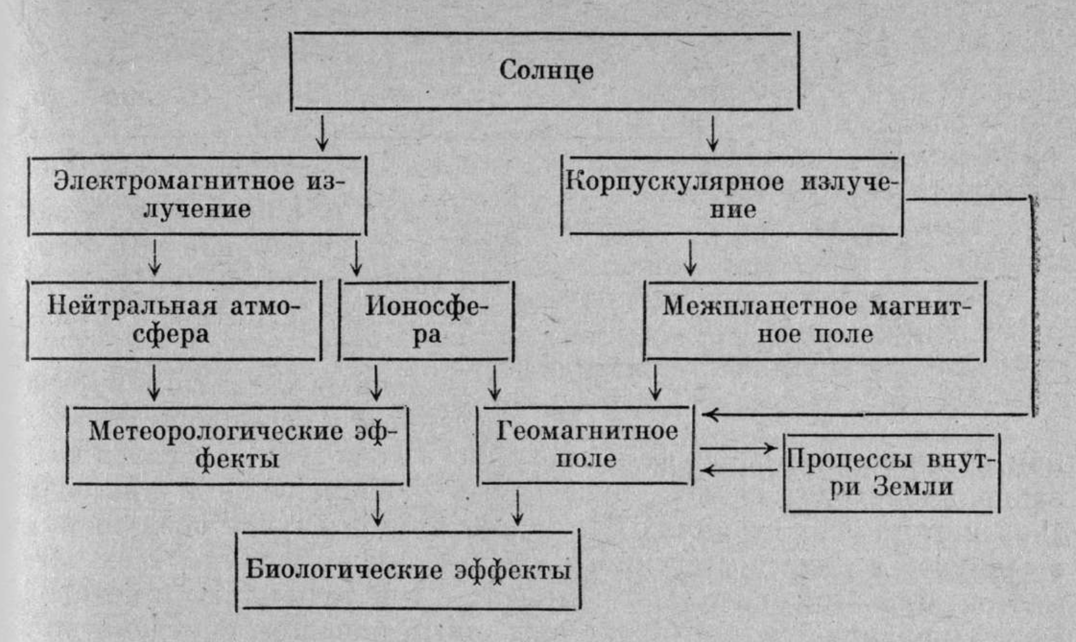


Рис. 5. Магнитосфера Земли, образующаяся при взаимодействии солнечного ветра и геомагнитного поля.

как Солнце повернется на некоторый угол, поле очень быстро (скачкообразно) меняет знак на обратный (—), и знак этот сохраняется примерно в течение недели, чтобы затем вновь поменяться (+). Картина устойчиво повторяется в нескольких солнечных оборотах, так что в плоскости солнечного интервала долгот (где знак поля устойчиво сохраняется) образуется сектор межпланетного МП данной полярности. Чаще всего наблюдаются либо четыре сектора (—, +, —, +), либо два (—, +). Соответственно границы сектора (представляющие собой реальные физические границы — газодинамические разрывы) проходят вблизи Земли либо примерно через 7 дней (четверть солнечного оборота), либо через 13—14 дней (около половины 27-дневного периода вращения Солнца). Если у Земли вектор напряженности межпланетного магнитного поля (ММП) имеет составляющую, направленную с севера на юг, то в результате возникает магнитная структура, силовые линии в которой идут от Солнца через межпланетное пространство к Земле. При этом геоэффективность тех или иных проявлений солнечной активности существенно увеличивается [Мирошниченко, 1981]. Момент перехода Землей границы между секторами ММП сопровождается увеличением концентрации и скорости частиц солнечного ветра и оказывает влияние на многие геофизические процессы [Мансуров, 1983]. При взаимодействии солнечного ветра с магнитным полем Земли образуется магнитосфера, имеющая достаточно сложную структуру (рис. 5) и представляющая собою область развития многообразных электромагнитных явлений [Акасофу, Чемпен, 1974, 1975; Мирошниченко, 1981].

Таким образом, все виды солнечно-космического излучения и корпускулярной радиации претерпевают своеобразную трансформацию в магнитосфере, радиационных поясах, ионосфере и атмосферных слоях, взаимодействуя с электрическими и магнитными полями Земли и атмосферы, с которыми связаны различные процессы, происходящие на Земле:



В иерархической структуре солнечно-земных связей наиболее исследованы явления так называемого электромагнитного комплекса: изменения ГМП, полярные сияния, возмущения ионосферы, электрические процессы в атмосфере и т. д.

О существовании магнитного поля Земли известно давно; оно различно на разных географических широтах (0,5—0,7 Э) и постоянно изменяется во времени.

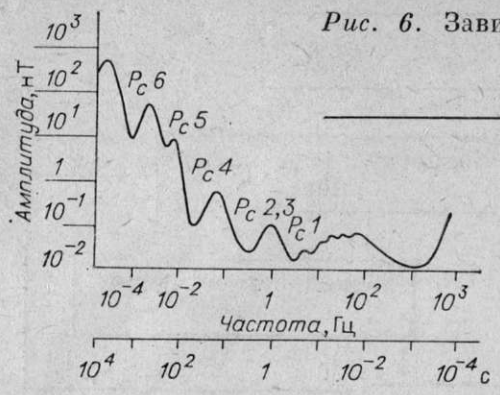
Магнитное поле Земли образовано несколькими внешними и внутренними источниками поля: а) однородной намагниченностью земного шара — поле H_0; б) неоднородной намагниченностью глубоких слоев земного шара — H_m (поле мировых аномалий); в) намагниченностью верхней части земной коры — H_a; г) внешними причинами — H_e; д) полями вариаций — δH.

Главное магнитное поле земли $H = H_0 + H_m$, а нормальное поле $H_n = H_0 + H_m + H_e$ [Яновский, 1978]. Градиент нормального поля составляет несколько нанотесл на километр.

По структуре ГМП Земли можно разделить на постоянное (период изменения — многие сотни лет) и переменное (период — меньше года). Величина переменного поля не превышает примерно 2% от величины постоянного поля. Геомагнитные полюсы располагаются там, где магнитная ось пересекает поверхность Земли. На северном геомагнитном полюсе напряженность поля составляет 0,6 Э, на южном — 0,7 Э, на магнитном экваторе — 0,35 Э.

Переменное ГМП имеет либо определенный и плавный ход, либо беспорядочный, при котором амплитуды, фазы и периоды колебаний резко и непрерывно меняются.

Любые изменения параметров поля от спокойного уровня являются геомагнитными возмущениями. Их амплитуда колеблется от единиц до тысяч нанотесл, длительность — от секунд до суток. Возмущения естественного магнитного поля Земли могут иметь локальный характер и наблюдаться только в ограниченном секто-



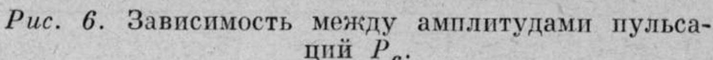


Рис. 6. Зависимость между амплитудами пульсаций P_c.

ре долгот и широт или охватывать одновременно всю Землю. Такие возмущения принято называть магнитными бурями.

Выделяют магнитные бури с внезапным и постепенным началом. В первом случае на фоне спокойного хода всех элементов внезапно происходит скачок, отмечаемый одновременно в пределах 1—2 мин на всех станциях Земли. Во втором случае возмущения возникают в виде постепенного увеличения амплитуды всех элементов, при этом начальный момент с той точностью, с которой он устанавливается для бурь с внезапным началом, определить не удается. В этом случае моменты начала бури, определяемые на разных станциях, могут отстоять друг от друга на час и больше [Яновский, 1978].

Для характеристики вариаций магнитного поля Земли и степени магнитной активности пользуются различными индексами — всего более 20.

Среднемесячная магнитная активность, полученная путем обработки наблюдений за несколько лет, указывает на ясно выраженную годовую периодичность [Яновский, 1978] с максимумами в периоды равноденствия и с минимумами в периоды солнцестояния. Строгой функциональной зависимости роста геомагнитной активности от солнечной активности установить не удалось, однако при сопоставлении солнечной и геомагнитной активности оказалось, что в годы максимального количества солнечных пятен геомагнитная активность наибольшая, хотя ее возрастание несколько запаздывает (примерно на год за 11-летний цикл) по отношению к росту солнечной [Яновский, 1978]. Кроме того, существует периодичность увеличения солнечной активности — 27 дней, соответствующая периоду вращения верхних слоев Солнца вокруг оси; в последние десятилетия выявляются корреляции электромагнитных явлений у поверхности Земли с движением не только Солнца, но и Луны [König, 1979].

Одним из видов изменений геомагнитного поля, имеющих экологическое значение, являются геомагнитные микропульсации [Владимирский, 1982; и др.]. Это электромагнитные волны очень низкой частоты, наблюдающиеся на поверхности Земли. Геомагнитные пульсации разделяются на два класса: регуляторные, или устойчивые,— P_c (имеют квазисинусоидальную форму и устойчивый режим колебаний) и нерегуляторные — P_i (имеют вид коротких колебаний с широким и нестационарным спектром частот). Пульсации P_c охватывают весь диапазон быстрых коле-

баний от 0,2 до 1000 с (частота 5—0,002 Гц) и делятся на шесть типов (рис. 6). Микропульсации P_c 1 с периодом 0,2—5 с (частота 5—0,3 Гц) и амплитудой порядка 0,01—0,1 нТ частотно модулированы с периодом 1—4 мин, а продолжительность каждой серии микропульсаций 10—20 мин. В результате этого графическая запись пульсаций имеет вид нанизанных на нить жемчужин, поэтому пульсации P_c1 часто называют «жемчужинами». Появление этого типа пульсаций наиболее вероятно при низкой возмущенности ГМП ($K_p < 2$). Максимальная частота проявления P_c1 в средних и низких широтах приходится на ночные и утренние часы (максимум — 4 ч по местному времени); в высоких же широтах на полуденные и послеполуденные часы. Данные о положении сезонного максимума противоречивы, однако отчетливо выявляются 27-дневная повторяемость и возбуждения микропульсаций вблизи границ секторов ММП; наблюдается корреляция с 11-летним солнечным циклом: P_c1 выявляются на спаде солнечной активности до минимума.

Пульсации P_c2,3 (5—45 с) — самые распространенные типы колебаний. Они наблюдаются на дневной стороне Земли иногда в течение многих часов, максимально часто — в предполуденные часы. P_c2,3 обычны при $K_p < 2$. При возрастании K_p -индекса от P_c2,3 определяются эллиптически поляризованные колебания. В околополуденные часы направление оси эллипса близко к меридиональному, в предполуденные — отклонение к западу, а в послеполуденные — к востоку от указанного направления. Амплитуда пульсаций в области среднеширотного максимума обычно варьирует от 0,5 до 5 нТ, в области высокоширотного — от 10 до 20 нТ. Для микропульсаций этих типов обнаруживаются сезонные максимумы вблизи эпох равноденствия, отчетливо выявляется 27-дневная повторяемость. Зависимость от секторной структуры межпланетного магнитного поля определяется для P_c3, у которых наблюдается значимое различие амплитуд для секторов (—, +). Проявление микропульсаций P_c2, P_c3 максимально вблизи максимума 11-летнего солнечного цикла. Частота пульсаций P_c3 увеличивается с понижением солнечной активности.

Пульсации P_c4 возбуждаются при спокойных условиях в магнитосфере ($K_p < 2$) с наибольшей амплитудой в околополуденные часы (5—20, 50—70 нТ). Проявление P_c4 имеет сезонный максимум, вблизи эпох равноденствия обнаруживается 27-дневная повторяемость и корреляция с 11-летним солнечным циклом. Частота микропульсаций P_c4 уменьшается с понижением солнечной активности.

Пульсации типа P_c5 генерируются в районе высокоширотной границы зоны полярных сияний. Среднее значение амплитуд 50—70 нТ, однако при K_p 5—6 — до 500—600 нТ. За сутки отмечаются два случая учащения возбуждения — в утренние и вечерние часы, положение суточного максимума изменяется с сезоном, широтой и фазой 11-летнего солнечного цикла, значения K_p, при которых проявление P_c5 наиболее вероятно, зависят от широты;

сезонных максимумов не обнаружено, а 11-летний солнечный цикл не выражен. При одновременной регистрации радиометрического поглощения космического радиоизлучения и пульсаций типа P_c5 обнаружены пульсирующие формы поглощения.

Пульсации типа P_c6 бывают двух видов и проявляются в высоких широтах. Один вид — в дневные часы, другой — в ночные, амплитуда микропульсаций составляет 10 нТ. Положение суточного, сезонного максимума, отношение солнечной активности мало изучены.

Иррегулярные пульсации P_i делятся на три типа — P_i 1; P_i 2; P_i 3 — и характерны для возбужденных условий в магнитосфере. P_i 1 и P_i 2 имеют незначительную амплитуду (1—0,1 нТ), коррелируют с локальным K-индексом, у них отчетливо обнаруживаются 27-дневная повторяемость, зависимость от секторной структуры ММП, сезонный максимум вблизи эпохи равноденствия и максимум в 11-летнем цикле. Микропульсации P_i 3 с амплитудой 10 нТ в средних широтах мало изучены и по свойствам своим разнородны.

Во время магнитных бурь амплитуда микропульсаций в некоторых частотных полосах может возрасти относительно невозмущенного уровня в сотни раз, а в высоких широтах — еще больше. Изменения в естественном ЭМП происходят, конечно, не только во время магнитных бурь. Даже небольшие вариации солнечной активности сказываются на параметрах фонового ЭМП. Длительных рядов специальных индексов, характеризующих эти изменения, не существует.

Все электрические феномены, происходящие в атмосфере Земли, объединяют под названием «атмосферное электричество». В это широкое понятие включены носители атмосферных зарядов, или ионы воздуха, пространственные электрические заряды, а также и разряды в виде свечения короны и молний; сюда же относят электромагнитные волны, создаваемые молнией (электромагнитные волны естественного происхождения — атмосферики).

Электрическое поле Земли направлено вертикально к ее поверхности, т. е. поверхность Земли заряжена отрицательно, а верхние слои атмосферы (ионосфера) — положительно. Напряженность этого поля зависит от географической широты (максимальна в средних широтах). Напряженность поля испытывает годовые и суточные вариации. При этом годовые изменения имеют планетарный характер (с максимумом в декабре — феврале и минимумом в мае — июле), а суточные вариации — как планетарный, так и местный характер [Пресман, 1968]. Пространство, разделяющее положительно заряженную Землю и ионосферу, образует волновод (полость резонатора), где радиоволны в полосе килогерц могут распространяться с малым затуханием. Большинство процессов ЭМП с частотой в несколько герц обусловлено возбуждением полосы резонатора Земля — ионосфера далекими газами. Окружность волновода (вокруг Земли) равна приблизительно длине волны, соответствующей 7,8 Гц (эта частота назы-

вается основной). По имени ученого, проводившего первые измерения на основной частоте, этот диапазон был назван резонансом Шумана. Оказалось, что во время магнитных бурь амплитуда колебаний в этом диапазоне значительно возрастает; кроме того, он может иметь существенное экологическое значение, так как основная частота и гармоники соответствуют важнейшим биоритмам живых организмов. С точки зрения экологического значения существенная роль может принадлежать ионам воздуха [Чижевский, 1963]. Все магнитные бури сопровождаются также возрастанием уровня напряженности на частотах от сотен герц до десятков мегагерц (эти явления связаны с атмосферными разрядами, и в частности с молниями). Если к описанным электромагнитным явлениям добавить естественную радиоактивность и ЭМП искусственного происхождения, то окажется, что ЭМП в окружающей нас среде присутствует во всем диапазоне частот.

Таким образом, принципиально возможно, что любой из описанных выше космогеофизических параметров, достигая биосферы Земли, играет определенную роль в эволюции живой природы и принимает участие в процессах жизнедеятельности. Это уже установлено для значительной части электромагнитных излучений и полей в различном диапазоне частот. Однако считать список космофизических параметров, изучаемых в настоящее время, исчерпывающим значило бы, что сколько-нибудь серьезных проблем в космофизических исследованиях не существует. Это далеко не так. Вполне возможно, что значительную роль для космогонических аспектов биологии будут иметь поля и излучения, которые еще предстоит открыть и изучить (например, нейтринное поле, Z-излучение Чижевского или X-фактор Мориямы). Требуют дальнейшего изучения астрофизические закономерности в динамике планеты Земля и биосферы.

Вполне возможно, что влияние космофизических, экологически значимых факторов на биосферу осуществляется сразу по нескольким каналам и материальными носителями этих воздействий, наряду с факторами электромагнитной природы, могут быть другие физические агенты. К числу таких малоизученных факторов можно отнести акустические шумы атмосферы очень низкой частоты — инфразвуковые колебания естественного происхождения [Владимирский, 1982]. Атмосферный инфразвук — в целом явление малоизученное, и в диапазоне от 16 (частотная граница слышимости) до 0,003 Гц (внутренние гравитационные волны) присутствуют значительные шумы, источники которых часто остаются неизвестными. Одна из причин этого — слабое затухание сигнала на частотах ниже 1 Гц, и инфразвуковой сигнал может быть зафиксирован на расстоянии в тысячи километров от источника [Костин, 1971]. Распространенными источниками инфразвуковых колебаний служат ураганы и океанские штормы. Мощные источники инфразвука — землетрясения. Сигналы от различных источников различаются по амплитуде и спектральному составу, а в связи с тем, что сейсмическая активность и возмущения атмо-

сферной циркуляции коррелируют с солнечной активностью, весьма вероятно, что такая корреляция существует и для интенсивности инфразвуковых шумов. С солнечной активностью тесно связаны инфразвуковые сигналы, генерируемые при развитии полярных сияний. Обнаружено, что довольно значительная доля спорадических колебаний с частотой 0,05—0,01 Гц на средних и низких частотах связана с магнитными бурями; причем, если регистрируется K_p-индекс более 8 баллов, магнитная буря всегда сопровождается инфразвуковой бурей. Обычно спустя несколько часов после начала бури амплитуда инфразвуковых колебаний начинает возрастать и остается повышенной около четверти суток. Описанные эффекты достигают максимума чаще всего после полуночи по местному времени.

Возмущения в уровне инфразвуковых атмосферных шумов удовлетворяют требованиям, которые могут быть предъявлены к фактору, ответственному за гелиобиологические связи [Владимирский, 1982]. Они носят глобальный характер, испытывают 11-летние циклические изменения, имеют сезонный ход с максимумами, приходящимися на периоды равноденствия, могут проникать в большинство жилых помещений.

С индексами активности антикоррелирует интенсивность галактического космического излучения. Каждая магнитная буря с внезапным началом сопровождается резким падением интенсивности (для нуклонной компоненты космических лучей этот так называемый Форбуш-спад не превышает обычно нескольких процентов). Радиоактивный фон земной поверхности (естественный) только отчасти обусловлен космическими лучами. Важное значение (среди других факторов) имеет концентрация тяжелого радиоактивного инертного газа радона (^{222}Rn). Оказывается, изменения приземной концентрации ^{222}Rn коррелируют с индексами геомагнитной возмущенности. Это явление связано с малоизученным эффектом усиления выхода газов из грунта при магнитных бурях. По оценке А. Э. Шемьи-Заде [1978], во время сильной магнитной бури концентрация радона в приземном слое воздуха может возрасти в 5 раз.

Существенные изменения на поверхности Земли могут быть и в том случае, если по каким-то причинам что-то произойдет в «экранах», защищающих Землю от космических воздействий. Известно, например, что ГМП в геологическом масштабе времени меняется в связи с процессами в земном ядре, отражаясь на параметрах магнитосферы. Магнитосфера существенно преобразуется, в частности, при так называемых полярных инверсиях — смене полярности геомагнитного поля, когда солнечный ветер начинает взаимодействовать непосредственно с земной атмосферой. Соответствующие процессы происходят медленно и представляют интерес для палеоэкологии.

Определенные изменения наблюдаются в другой нашей защитной оболочке — озоносфере. Вариации толщи озоносферы приводят к колебаниям потока приземного ультрафиолетового излуче-

ния. В связи с интересом, проявленным в последние годы к вопросу об антропогенном влиянии на озоносферу, проведено много исследований, в результате которых сделаны некоторые количественные оценки. В частности, найдено, что при уменьшении толщи озона на 1% интенсивность доходящего до земной поверхности ультрафиолетового излучения в полосе 280—340 нм на средних широтах возрастает примерно на 2%. Эта цифра не так уж мала, так как полн е изменение толщи озона за 11-летний цикл, зафиксированное на некоторых озонометрических станциях, может достигать 8% [Владимирский, 1982]. Очень интересные и малоизу ченные биологические явления возникают над разломами в земной коре (в тектонически активных зонах): геофизические условия в таких областях могут иметь специфический характер [Лаутербах, 1980] и могут быть связаны с геологической структурой и обусловленными ею изменениями электропроводности земной коры, а также возникновением электрических низкочастотных токов, называемых теллурическими.

При рассмотрении с единых позиций состояния межпланетной среды, параметров гелио-, геоактивности и самой Солнечной системы галактического региона открывается возможность информационно-кибернетического подхода к изучению Солнечной системы как системы динамических равновесий, обнаруживающей свойства саморегулирования и саморазвития в среде с переменными физическими условиями [Мирошниченко, 1981], и к вопросам о влиянии космофизических факторов на биосферу Земли.

В работах А. Л. Чижевского впервые обобщен и проанализирован обширный материал, свидетельствующий о корреляции солнечной активности и хода пандемий, эпидемий холеры, чумы, гриппа. Показано, что ритм этих эпидемий согласуется с ритмом солнечной активности. Однако до сих пор нет ответа на вопрос о том, что именно является решающим фактором, обусловливающим эти корреляции,— болезнетворные свойства бактерий или изменения в организме человека. Первые факты об изменении болезнетворности (и некоторых других свойств бактерий) получены в 30-е годы соратником А. Л. Чижевского — врачом Вельховером [Чижевский, Шишина, 1969].

В большой серии лабораторных экспериментов с бактериями, проводившихся в 70-е годы Ю. Н. Ачкасовой и Б. М. Владимирским [1973], заметная доля опытов (20—30%) не воспроизводилась: изо дня в день измерялась интенсивность размножения нескольких видов бактерий в опыте и контроле; каждый из экспериментов начинался в одно и то же время суток на стандартных средах при стандартных условиях. В попытке разобраться в причинах частичной невоспроизводимости экспериментов авторы этой работы исключили из рассмотрения опыты, которые пришлись на дни, когда были зафиксированы солнечные вспышки в 2 балла и выше, внезапные ионосферные возмущения (это косвенный признак солнечной вспышки) и магнитные бури с внезапным началом. Оказалось, что степень воспроизводимости опытов в среднем после

этого заметно улучшилась: для стафилококков *Staphylococcus aureus* 209, например, в 1,8 раза. В итоге выяснилось, что колонии бактерий в контрольных опытах в условиях проводимого эксперимента росли менее интенсивно в дни с возмущениями по сравнению со спокойными [см.: Космическая экология. Киев, 1985].

Первые серьезные наблюдения, касающиеся связи солнечной активности с темпами размножения и миграцией насекомых, сделаны еще в прошлом веке. Отмечено, что массовые размножения пустынной саранчи начинались одновременно в далеко отстоящих друг от друга районах. В наше время эти наблюдения находят косвенное подтверждение в специально проверенных экспериментах. Так, выявлена достоверная корреляция подвижности жука-короеда с магнитной активностью. Дж. Беккером [Becker, 1965] получены корреляции двигательной активности термитов с различными индексами геомагнитного поля, а также с фазами Луны. Идея об ориентационном воздействии геомагнитного поля на поведение некоторых мигрирующих животных возникла, по всей видимости, одной из первых в обширном ныне списке различных проявлений влияния геомагнитного поля на биосферные процессы. В 1885 г. А. Ф. Миддендорф предположил, что птицы Сибири при весенних перелетах ориентируются по магнитному меридиану [Холодов, 1978а]. Несмотря на то, что эта гипотеза и сегодня имеет много противников, в последние годы получены данные, демонстрирующие возможность геомагнитной ориентации животных на большом круге объектов: насекомых [Becker, 1965; Чернышев, 1975], червей и моллюсков [Барун, 1964], птиц [Yeadley, 1951; Kirshwink, Gold, 1981], рыб [Поддубный, 1965]. В работе Киршвинка и Гоулда [Kirshwink, Gold, 1981] представлен обстоятельный обзор экспериментов, связанных с проблемой геомагнитной ориентации, и высказывается гипотеза о возможных механизмах этого явления (на которых мы остановимся несколько ниже).

В ряде исследований показано, что рост растений и их пространственная ориентация также зависят от геомагнитного поля [Крылов, Тараканова, 1960; Пресман, 1968; Марченко, 1978а].

Воздействие гелиогеофизических факторов выявлялось в специальных лабораторных исследованиях в фитотроне (т. е. при исключении влияния обычных метеорологических переменных) [Дубров, 1973]. Измерялась оптическая плотность раствора корневых выделений. Оказалось, что она сильно флуктуировала (день ото дня) для различных подопытных культур (ячмень, овес, кукуруза, табак). Динамика изменений корневых выделений была сходной, вариации происходили синхронно, растительные организмы реагировали на изменения параметров внешней среды.

До сих пор остается невыясненным, насколько значителен вклад этого фактора в колебания урожайности злаковых. Так или иначе, но в мировом производстве пшеницы отражаются 11- и 22-летний солнечные циклы, амплитуда модуляции лежит в пределах 10—50%. Эту закономерность заметил еще астроном В. Гершель в начале прошлого века, рассматривая колебания цен на

зерно задолго до открытия 11-летнего цикла активности [Владимирский, 1982].

Физиологические показатели человека и животных сопоставлялись с космофизическими индексами многими авторами. Они использовали разные объекты, но получили однотипные результаты [Дубров, 1969б]. При этом подтвердились независимыми наблюдениями некоторые прежние данные — систематическое снижение концентрации лейкоцитов у здоровых людей с увеличением солнечной активности («лейкоцитарный тест» Шульца).

Все физиологические системы организма в той или иной степени реагируют на поле различных параметров. З. Н. Нахильницкой [1978б] для исследований использованы простые и хорошо изученные физиологические параметры — кровяное давление, концентрация лейкоцитов и эритроцитов, содержание гемоглобина, мышечная сила, частота сердечных сокращений. Оказалось, что динамика физиологических показателей коррелирует с магнитной активностью, причем для разных показателей с разным фазовым сдвигом. Более того, анализ данных по содержанию гемоглобина, относящихся к разным городам (Львов, Кировск, Москва, Петрозаводск и др.), позволяет заключить, что околонедельная цикличность синхронна на большой территории и, вероятно, носит глобальный характер.

Большое количество данных накоплено о корреляции гелиогеомагнитной активности с проявлениями высшей нервной и психической деятельности людей. Простейший тест определения влияния солнечной активности на функционирование центральной нервной системы человека и его психику — эффект солнечной активности в статистике несчастных случаев и травматизма на транспорте и производстве. Явление обнаружено А. Л. Чижевским [1963], а также в 50-е годы изучалось в Европе. Суть его состоит в том, что число зафиксированных несчастных случаев возрастает с увеличением солнечной активности. Причем использовались разные исходные материалы (например, для Риги — данные «Скорой помощи», для Москвы — оперативные данные ГАИ), применялись разные приемы анализа. Использовались и разные индексы гелиогеофизической возмущенности (число солнечных вспышек, относительное число солнечных пятен, планетарные индексы геомагнитной возмущенности). Однако во всех случаях результат получился одинаковым: с возрастанием уровня возмущенности ГМП число дорожно-транспортных происшествий увеличивается, причем тем больше, чем выше возмущенность. И. Эрмени помимо той же закономерности обнаружил, что прогноз числа автотранспортных происшествий (который делался на основе прогноза погоды) оправдывается хуже в дни повышенной магнитной активности. Организм человека реагирует на изменение среды обитания, связанное с повышением солнечной активности и геомагнитной возмущенностью. Это выражается в снижении внимания, увеличении времени реакции на сигнал, повышении вероятности принятия неверных решений [Владимирский, Кисловский, 1982].

Аналогичные корреляционные связи обнаруживаются при изучении изменений во времени показателей функционирования сердечно-сосудистой системы.

Пространственно-временная неоднородность ГМП может быть оценена по характеру магнитотропных реакций биосистем, исследованных в различных гелиогеофизических ситуациях. Полученные данные подтверждают, что некоторые диапазоны биологических ритмов могут регулироваться геомагнитной и космической обстановкой. Показана прямая корреляционная связь между изменениями ГМП (по индексу A_p) и колебаниями частоты сердечных сокращений (ЧСС) за 1 мин. У здоровых людей она описывается следующим уравнением [Кайбышев, 1968]: $P = 68{,}4 + 0{,}51\,A_p$. В дни повышенных возмущений ГМП у здоровых обследуемых лиц отмечено уменьшение размаха адаптивных перестроек температуры тела и ЧСС. Выявлена неодинаковая чувствительность к влиянию ГМП механизмов поддержания оптимального уровня артериального давления и кровотока. Особенно сильно это проявляется в вечерние часы, приводя к нарушению фазовых соотношений суточных кривых [Рыжков и др., 1982]. Ослабляется биоэлектрическое поле организма человека при резком возрастании напряженности магнитного поля Земли [Мильхикер, 1977] изменяются величины электрических потенциалов кожи человека, появляется или усиливается асимметрия в их распределении [Колодченко и др., 1969]. Эти и многие другие факты, полученные за последние годы [Рождественская, 1972; Бушуев, Кузьменко, 1980; Мякишев и др., 1981; Соболев, Гулиева, 1981; Кузьменко и др., 1982; Раневская, Рыжков, 1983], свидетельствуют о тесной зависимости между электромагнитной средой организма человека и состоянием магнитосферы Земли.

В лаборатории гелиоклиматопатологии ИКЭМ СО АМН СССР разработан способ дозированного кратковременного воздействия постоянным магнитным полем [Деряпа и др., 1982б], позволяющий ярче проявить особенности магнитотропных реакций человека в различной гелиогеофизической обстановке. Сотрудникам этой лаборатории представлялось важным оценить выраженность, продолжительность, симметричность, сезонную и суточную динамику ответных реакций здорового человека при электрокардиографической регистрации ЧСС (100 комплексов) до и после одноминутной магнитной нагрузки постоянным магнитным полем (ПМП) (твердосплавный магнит, $H \sim 20$ мТ), оказываемой последовательно на кисти обеих рук, отведенные от туловища.

По этому варианту обследовано 59 клинически здоровых мужчин в возрасте до 30 лет. В 25,4% случаев (15 человек) отмечено значимое уменьшение ЧСС при воздействии на правую руку. Среднегрупповые исходные цифры составляли $74{,}6 \pm 2{,}3$ уд./мин, а после одноминутного контакта с ПМП — $67{,}9 \pm 2{,}1$ уд./мин ($P < 0{,}05$). Эффект сохранялся в течение 2 мин после прекращения воздействия, затем ЧСС постепенно увеличивалась ($71{,}4 \pm 1{,}9$ уд./мин). При применении у этих же лиц магнитного поля

на область кисти левой руки значимого урежения пульса не наблюдалось (71,4 ± 2,0 уд./мин). «Правый» вариант ответной реакции распределялся равномерно в суточных интервалах и имел преимущественно выраженность в начале и середине мая (работы проводились с апреля по июль). В 28,8% случаев (17 человек) при воздействии на левую кисть определено уменьшение ЧСС 66,9 ± 2 уд./мин ($P < 0{,}05$) в сравнении с исходной (76,1 ± ± 2,3 уд./мин) и в период паузы (5 мин) после предыдущего замера (76,3 ± 2,5 уд./мин). Период последействия был также непродолжительным, через 2 мин ЧСС составляла уже 73,5 ± 2,8 уд./мин. В группе с «левым» вариантом ответы воздействия на правую сторону оказывались неэффективными (74,2 ± 2,7 уд./мин). Подобная реакция получала преимущественное развитие в период уменьшения выраженности «правого» ответа и наблюдалась в конце мая и в июне, в утренние (с 8 до 11 ч) и послеполуденные (с 13 до 17 ч местного времени) часы.

Все случаи отсутствия реакции — 27 человек (45,8%) приходились, наоборот, на замеры в околополуденное время. При контрольных исследованиях (20 человек) описываемой реакции не наблюдалось, а в некоторых случаях (7 человек) регистрировалось кратковременное учащение пульса, в среднем до 10% от исходных величин [Деряпа и др., 1982а, б].

Выявленная асимметрия магнитотропных реакций, зависящая от некоторых гелиогеофизических периодов (суточных, сезонных), делает возможным рассматривать функциональные различия левой и правой стороны тела в качестве одного из механизмов восприятия энергетически и информационно активных магнитных полей Земли. Вместе с тем сама асимметрия может быть объяснена наличием внешних полей (в том числе магнитного поля Земли), на что указывал В. И. Вернадский [1940].

Электромагнитная среда Земли находится в постоянном движении, отражая изменения солнечной активности и других космических влияний. Электромагнитная обстановка оказывается небезразличной для организма человека с первых дней его существования, когда, очевидно, и происходит «закладка» типов ответных реакций на магнитные воздействия. Зависимость магнитотропных реакций системы кровообращения от условий индивидуального развития организма, определяемых уровнем солнечной активности, изучена при обследовании 85 здоровых мужчин в возрасте до 30 лет [Трофимов, 1984]. Все обследованные лица были распределены на три группы — контрольную, фоновая средняя активность; родившихся в фазу максимума солнечной активности и родившихся в фазу минимума 11-летнего цикла солнечной активности.

После кратковременных воздействий ПМП ($H \sim 20$ мТ) на области с обширным представительством точек рефлексотерапии [Трофимов, Деряпа, 1983] оценивалась гемодинамика человека по ЧСС, величинам артериального давления (АД), ударного (УО) и минутного объема кровообращения (МОК).

Пульсовое давление, отражая соотношение между силой сердечных сокращений и тонусом периферических сосудов, более наглядно демонстрирует связь сердечно-сосудистых функций с состоянием ГМП, чем систолическое и диастолическое АД порознь [Рыжков и др., 1982]. Значимое его снижение от исходного уровня 51,0 ± 2,3 мм рт. ст. у группы лиц, родившихся в фазу максимума солнечной активности, начинается с 4-й минуты исследования, достигая 15,7% от исходной величины ($P < 0,05$). В группе лиц, родившихся в фазу минимальной солнечной активности, уменьшение отмечается лишь с 7-й минуты (13,7%), когда в первой опытной группе пульсовое давление снижается уже на 25,5% и возрастает математическая значимость результатов в сравнении с контрольной группой ($P < 0,01$). Уменьшение УО и МОК к 7-й минуте составляет соответственно 5,8 и 4,7%. Это наибольшие величины в исследованном временном интервале (10 мин). В контрольной группе значимого снижения показателей не отмечалось. Корреляционный анализ, проведенный в лаборатории гелиоклиматопатологии ИКЭМ СО АМН СССР по данным обследования 215 человек, выявил значимые величины коэффициентов сопряжения (от 0,746 до 1,0; $P < 0,05$) между динамикой ряда физиологических параметров (электропроводность в областях точек рефлексотерапии, АД, пульс) в ответ на магнитную нагрузку и рождением человека в ту или иную фазу солнечной активности [Трофимов, 1984].

Таким образом, при кратковременном воздействии ПМП наиболее выраженный ответ наблюдался у молодых здоровых мужчин, родившихся в годы максимальной солнечной активности.

Выраженность магнитотропных реакций зависит и от конкретной гелиогеофизической ситуации в момент воздействия «искусственным» магнитным полем. В период спокойного состояния магнитосферы отмечается замедленное развитие ответных реакций, систолическое АД снижается не в сам момент воздействия, а после его прекращения, на 4—6-й минуте. В период, предшествующий развитию магнитной бури, выраженная ответная реакция отмечается только при повторных воздействиях, а во время магнитной бури — при первом же воздействии.

В период после магнитных бурь значительных изменений среднегрупповых величин систолического АД не отмечено. Степень изменения систолического АД оказывается значимой по сравнению с контрольной группой ($P < 0,01$) и наибольшей во время магнитной бури. Кроме снижения АД, при воздействиях ПМП прослеживается и гипертензионная реакция, также зависящая от условий окружающей электромагнитной среды. По выраженности гипертензионных реакций выделяется период после окончания магнитных бурь, когда эти реакции отмечаются наиболее часто [Трофимов, 1984].

Клинический раздел исследований лаборатории гелиоклиматопатологии показывает, что нарушения электромагнитного постоянства организма могут занимать определенное место в течении

гипертонической болезни. О том, что это предположение вероятно, свидетельствует эффективность коррекции артериальной гипертонии посредством направленных воздействий ПМП через точки рефлексотерапии, традиционно использующиеся при лечении гипертонической болезни иглоукалыванием [Деряпа и др., 1982б]. Исходные величины АД в группе больных гипертонической болезнью II степени (135 человек) составили 162,56 $\pm$ 2,03 мм рт. ст., после многодневного воздействия ПМП среднегрупповой показатель был 148,86 $\pm$ 2,07 мм рт. ст. Лекарственные препараты в этот период не применялись. Кроме снижения АД, отмечается тенденция к уменьшению периферического сосудистого сопротивления, а также улучшение субъективного статуса.

Настолько же важен вопрос о зависимости ответных реакций на магнитное поле у больного с артериальной гипертонией от наличия магнитных бурь. Оказалось, что такая связь имеется: чем меньше дней с магнитными бурями, тем больше случаев снижения АД у больных [Трофимов, 1984]. Наибольшего эффекта при лечении гипертонической болезни можно ожидать от курсов магнитотерапии, проводимых в периоды невозмущенной магнитосферы Земли и спокойного Солнца. Отмеченная у здоровых людей зависимость между выраженностью магнитотропных реакций и рождением человека в ту или иную фазу солнечной активности оказывается значимой и для больных с гипертонической болезнью ($\chi^2 = 11,24$; $P > 0,90$) [Трофимов, 1984].

Подтверждением гипотезы о зависимости общей реактивности организма от рождения в различные фазы 11-летнего цикла солнечной активности служат и работы лаборатории полярной медицины СО АМН СССР. Жители г. Норильска были распределены на четыре группы — родившиеся в периоды максимальной, высокой, средней и минимальной солнечной активности. Показана зависимость различий в уровнях смертности от времени рождения в ту или иную фазу цикла солнечной активности у больных с ишемической болезнью сердца, гепатитами и хронической пневмонией. Анализ особенностей течения беременности у женщин в г. Норильске также показывает зависимость выраженности патологии беременности от уровня солнечной активности в год рождения женщины [Деряпа, Хаснулин, 1981].

Оказывается вероятным сохранить у человека способность по запечатлению электромагнитной среды, имевшейся в пренатальный период, способность, которая совершенствуется при дальнейшем индивидуальном развитии организма в конкретных гелиогеофизических условиях, определяя особенности систем, участвующих в поддержании электромагнитного постоянства [Казначеев, 1983а]. Дальнейшее изучение различных аспектов реагирования биосистем, сложившихся в период внутриутробного развития в определенную фазу солнечного цикла, представляется перспективным.

Развитие идей А. Л. Чижевского о влиянии гелиофакторов на здоровье людей привело к неожиданным результатам: оказалось,

что очень многие патологические процессы подвержены влиянию гелиофакторов. Особенно резко это влияние обнаруживается на процессах обострения болезни. Например, по сообщению Б. И. Гороховского, И. А. Дмитриева и других, при повышении геомагнитной активности (локальный индекс $K_p > 8$) число смертельных случаев от инфаркта миокарда зимой увеличивалось в 1,5 раза на 4-й день после магнитной бури. Наблюдений о гелиогеофизических воздействиях на течение сердечно-сосудистых заболеваний накоплено очень много [Новикова, Рывкин, 1971]. Подобные сведения можно привести и для других заболеваний — легочных кровотечений, цереброспинального менингита, легочных эмболий, эклампсий и др.

Особенно необходимо отметить, что большую практическую ценность проводимых работ в области гелиобиологии имеют прогностические оценки возникновения эпидемий. В качестве примера можно сказать, что прогноз обострения эпидемической ситуации по гриппу, данный в одной из работ [Ягодинский, 1975] на несколько лет вперед, полностью подтвердился уже в 1968—1969 гг., когда эпидемия гриппа приняла катастрофический характер из-за высокой летальности и массового охвата всех групп населения на всех континентах.

Таким образом, огромное количество исследований убедительно показывает, что гелиогеофизические, а возможно, и другие космофизические влияния играют определенную, иногда очень существенную, роль в биологических процессах любой степени сложности — от внутриклеточных до эволюционных, биосферных.

Глава 3

БИОИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ПОЛЕЙ

Органическая жизнь на Земле развивалась под влиянием различных факторов внешней среды, важнейшими из которых были электрические и магнитные поля естественного происхождения. Результаты многочисленных и разносторонних исследований свидетельствуют о высокой чувствительности биологических объектов к их воздействию. Накапливаются данные о возможном принципиальном значении ЭМП в управлении процессами внутри организма, а также о влиянии на него внешних полевых возмущений [Вернадский, 1926; Чижевский, Шишина, 1969; Пресман, 1968; König, 1979]. ЭМП окружающей нас среды имеют естественное природное происхождение (геомагнитное, межпланетное магнитное поле, атмосферное электричество, космические лучи и т. д.)

или обусловлены деятельностью человека. Установлено, что в биосфере существуют поля и излучения всех частотных диапазонов — от медленных периодических изменений магнитного и электрического полей Земли до γ-лучей. Все известные до сих пор типы излучения — космические (ультра), солнечный ветер (тепловое), высокочастотное (например, с $\lambda = 21$ см, испускаемое водородом) и низкочастотное — берут начало в космосе. Очевидно, они обусловлены космическими процессами и способны запускать исключительно сложные вторичные и третичные процессы в пределах земной атмосферы, а также прямо или опосредованно влиять на биосферу Земли. Только незначительная часть излучения Солнца и космического пространства проникает в атмосферу и достигает поверхности Земли, его максимум лежит в видимой части спектра. Издавна известно о существовании ГМП Земли, величина которого не превышает 0,7 Э [Дубров, 1973]. Оно различно на разных географических широтах и постоянно изменяется во времени. Существует множество геофизических параметров, характеризующих его колебание. Многочисленными исследованиями обнаружена корреляция процессов, происходящих на различных уровнях биосферы с гелиогеофизическими факторами, определяющими изменение естественного электромагнитного фона Земли. Принципиально возможно, что любой из диапазонов электромагнитных излучений и полей, достигающих биосферы Земли, сыграл определенную роль в эволюции живой природы и принимает участие в процессах жизнедеятельности.

При рассмотрении вопросов, связанных с механизмами влияния космофизических факторов на живые системы, особый интерес представляют исследования, в которых предпринимается попытка сопоставить временную структуру гелиогеофизических параметров с биологическими ритмами. Систематическое изучение биоритмов началось в 20-е годы нашего столетия; описаны временные структуры всевозможных биологических функций, как простых, так и сложных. Спонтанные ритмы обнаружены у всех растений и живых организмов, включая человека. Если их расположить в порядке нарастания частот, получится спектр шириной от 10^3 до 10^{-9} Гц, он начинается в миллисекундном диапазоне ритмами нервной активности и заканчивается ритмами роста организмов жизнедеятельности популяций, продолжительность которых составляет несколько лет. Рассматривая биологическую эволюцию в целом, такой спектр можно расширить. Причем высокочастотные ритмы в миллисекундном и секундном диапазоне свойственны отдельным клеткам, тканям и органам; среднечастотные в минутном и часовом диапазоне возникают в сложных функциональных системах и проявляются в процессах регуляции, это так называемые микроритмы. Изменения с большими периодами представляют наиболее изученные полусуточные и околосуточные (циркадные) ритмы. Для физиологических показателей человека давно известен околомесячный период (26—29 дней). Имеются данные о наличии ритмических изменений физиологических и пси-

хологических показателей с длительными периодами (полгода, год, 3 года, 7 лет) — так называемые макроритмы. На уровне систем организмов давно известны колебания численности популяций (волны жизни). Наиболее часто встречающиеся значения этих периодов — около 3—5 и 10 лет [Владимирский, Кисловский, 1982]. В высокочастотном диапазоне спектр непрерывен, он становится все более дискретным и, достигая низкочастотного диапазона, переходит в полосатый спектр. Это вызвано ритмами окружающей среды, действующими как датчики времени. Биологические ритмы высокочастотного диапазона фактически непрерывно заполняют весь спектр, но и здесь, вследствие возможности частотной модуляции, определенные частоты обнаруживают соответствие геофизическим ритмам. Это заставляет предположить, что на ранних этапах эволюции здесь также была более тесная связь между биологическими ритмами и ритмами окружающей среды [Breithaupt, 1979].

При исследовании циркадных ритмов установлено, что они синхронизируются суточными изменениями факторов внешней среды, прежде всего — режимом освещенности. Под синхронизацией в данном случае подразумевают изменение периода ритма (обычно небольшое), равное периоду изменений фактора внешней среды. Такого типа явления, называемые «захватыванием частоты», давно известны для механических и электрических систем при воздействии на них внешним периодическим сигналом. Можно предположить, что общие закономерности, найденные при изучении «захватывания частоты» на электрических и механических системах, наблюдаются в биологических автоколебательных системах [Владимирский, 1982]. Одно из свойств таких систем — «подстраиваться» к частоте внешнего периодического сигнала. Если различие частот автоколебательной системы и внешнего сигнала мало, то такая «подстройка» синхронизации частоты обязательно произойдет, даже если этот внешний синхронизирующий сигнал имеет ничтожно малую амплитуду. Вероятно, явление такого типа часто встречается в природе, тогда циклические изменения параметров внешней среды обитания выступают в роли синхронизаторов биологических ритмов.

С этой точки зрения эпидемические катастрофы, изученные А. Л. Чижевским, массовые размножения саранчи, исследованные в свое время Н. С. Щербинским, и другие ритмические процессы представляют собой синхронизированные солнечной активностью автоколебания в природных экосистемах [Владимирский, 1982]. Недавно найден «синхронизирующий сигнал» для околонедельной ритмики, очень распространенный в биосфере: им оказалась секторная структура межпланетного магнитного поля [Мансуров, 1983].

Согласование внутренних ритмов биосистемы с внешними гелиогеофизическими ритмами может происходить не только за счет синхронизации процессов, но и на основании механизма «деления частоты», когда природа внешнего, задающего ритма с определен-

ной кратностью соответствует внутреннему ритму организма [Василик, Попов, 1982]. С этой точки зрения пульсация Солнца с периодом в 2 ч 40 мин может быть ритмоводителем для околочасовых ритмов различных клеточных и органных функций. Действительно, при анализе кривых круглосуточных записей электроэнцефалограммы человека выделяются циклы с периодами 2 ч 8 мин и 48 мин, составляющие соответственно 4/5 и 3/10 от ритма Солнца (2 ч 40 мин). Аналогичные ритмы выделяются для приступов инфаркта миокарда [Василик, Попов, 1982]. Среди долей 11-летнего цикла можно выделить 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 ритма, которые наблюдаются как для гелиогеофизических ритмов, так и для биологических. Обнаружены многолетние (8000, 600, 60 лет) циклы изменения длины тела человека, обусловленные изменениями скорости роста и развития (акселерация и ретардация), эти циклы также соответствуют многолетним вариациям интенсивности магнитного поля Земли.

Таким образом, описанные факты позволяют считать, что естественные электромагнитные поля вносят определенный вклад во временную организацию биосферы, а приведенные гипотезы демонстрируют возможность рассматривать внешние полевые воздействия как фактор, регулирующий процессы жизнедеятельности.

Существует много гипотез, касающихся конкретной физической, физико-химической и биологической интерпретации взаимодействия электромагнитного поля с биообъектом. Несмотря на существование различных точек зрения, многие исследователи едины в главном: электромагнитные возмущения оказывают воздействие прежде всего на физико-химические процессы, а через них — на направленность биохимических реакций.

Утверждение о том, что ЭМП (и гелиогеофизические факторы) влияют на физико-химические системы, основано на многочисленных и многолетних работах с различными физико-химическими тестами, которые использовались для контроля гелиогеофизической обстановки. Во всех исследованиях связь показателей теста с индексами геомагнитной и солнечной активности выявляется достаточно достоверно. Самое большое количество наблюдений относится к тестам Пиккарди. В модифицированном виде один из них в течение нескольких лет изучался в СССР [Опалинская, 1978]. В результате получено независимое подтверждение выводов, сделанных Пиккарди, а в специальных экспериментах показано, что существенное значение на результат оказывает электромагнитное поле. Объектом исследования в тестах Пиккарди была скорость выпадения нерастворимого осадка оксихлорида висмута из коллоидной фазы. Это позволило Пиккарди высказать предположение о том, что и в биологических коллоидах, также находящихся в водной среде в состоянии устойчивого неравновесия, могут происходить аналогичные процессы. Они обнаружены для биохимических реакций, аналогичных идущим в живых

клетках (окисления тиоловых соединений [Соколовский, 1982а]), и других ферментативных реакций [Шноль, 1967].

Описанные физико-химические реакции (и соответствующие процессы в биосистеме) происходят в водной среде, которая может изменять свои свойства и обусловливать механизмы действия ЭМП на живые системы [Владимирский, Кисловский, 1982].

С этой гипотезой перекликаются идеи В. А. Аристархова и Л. А. Пирузяна [1975] о едином молекулярном механизме рецепции ЭМП, причем полагается, что проявление такого механизма в различных звеньях может быть разнообразным. Одним из звеньев проявления молекулярного механизма, по мнению В. А. Аристархова и Л. А. Пирузяна, служит молекулярная система белок — ион — вода. С помощью теоретического анализа свойств макросистемы белок — ион — вода обосновывается гипотеза для объяснения действия полей посредством изменений в скорости или механизме процесса диффузии и ориентации биомолекул, обладающих анизотропией магнитной восприимчивости.

В. В. Соколовским [1982б] выдвигается концепция об участии тиоловых соединений в механизме реагирования биосистемы на изменения космофизических факторов. Эти реакции имеют большое значение, поскольку действие ряда гормонов обусловлено присутствием в их молекулах диссульфидных группировок, которые либо необходимы для поддержания нативной информации молекулы гормона, либо избирательно взаимодействуют с группами клеточных мембран и ферментов, вызывая соответствующие биологические эффекты.

Наряду с этим в биохимических реакциях огромно влияние изменения магнитного поля на окислительно-восстановительные процессы, особенно те, которые характеризуются появлением неспаренных электронов, обладающих магнитным моментом (прежде всего связанных с образованием различных радикалов). Биологически более значимым следует считать образование радикалов долгоживущих. К таким соединениям относятся продукты свободного радикального окисления жиров. Именно в этом направлении найдены особенности изменений у человека в процессе адаптации к комплексу геофизических и климато-географических факторов высоких широт [Казначеев, Куликов, 1980].

По мнению А. П. Дуброва [1973], биологические эффекты действия естественных электромагнитных полей обусловлены влиянием на магнитно-электрические свойства молекул воды, входящих в состав клеточных мембран, и проницаемость самих мембран.

Американскими учеными Дж. Киршвинком и Дж. Гоулдом [Kirshwink, Gold, 1980] высказано предположение, что основой электромагниторецепции в живых клетках может быть биогенный магнетит (Fe_2O_3), обнаруживаемый в организмах широкого филогенетического спектра [Kirshwink, Gold, 1982]. Ссылаясь на то, что магнетит является ферромагнетиком и хорошим проводником электричества, Дж. Киршвинк и Дж. Гоулд дают оценку чувствительности магнетитовых электромагниторецепторов различной

структуры и пытаются объяснить с их помощью результаты различных эффектов в магнитных и геомагнитных полях бактерий, хитонов, пчел, голубей, тунцов и др. Кроме того, делается предположение, что магнетитовые электромагниторецепторы могут рецептировать микроволновое электромагнитное излучение и, в частности, температурное воздействие (которое по своей физической сущности представляет лишь определенный участок электромагнитного поля).

В кинетике органических превращений, в механизмах органического катализа, в функционировании ферментов сложно сочетаются физико-химические, кооперативные и элементарные процессы. Наряду с известными валентными связями, перестройкой электронных орбит, слабыми взаимодействиями, в ферментативном катализе неотъемлемо участие электромагнитных полей. Можно думать, что в процессе эволюции животного мира электромагнитные поля из неизбежных спутников и свидетелей биохимических процессов в результате естественного отбора превратились в важнейшую информационную систему и обязательный компонент жизни. Так, например, известно, что в клетке за секунду протекает около 10^9 химических реакций [Пресман, 1968]. Как же обеспечивается передача информации и регулирование этих биохимических превращений?

Согласно гипотезе, высказанной Эйнштейном в 1913 г., существует однозначное соответствие между протекающими химическими реакциями и энергией квантов электромагнитного поля.

Явление катализа, рассматриваемое как результат изменения скорости химической реакции без изменения термодинамических параметров (температуры, давления), позволяет ввести «информационный» подход в управление элементарными химическими реакциями и скоростями их протекания [Казначеев и др., 1964]. Скорость химического процесса лимитируется поступлением квантов с частотой фотоэффекта. Причем этот квант не только является пусковым сигналом начала реакции, но и несет энергию для ее осуществления. Такой носитель «сигнала — энергии» для каждой химической связи единствен, и его можно уподобить своеобразному «физическому пинцету», селективно действующему только на одну химическую связь.

На основании целого ряда теоретических соображений и экспериментальных доказательств в биологии постулируется одновременное существование сопряженных реакций: биохемилюминесцентной и биофотохимической. Согласно этой гипотезе, биофотохимическая реакция может быть запущена отдаленным излучением биофотонов. Они могут также использоваться в усилении какой-то биофотохимической реакции. По мнению С. Сунга [Sung, 1979], этот феномен считается механизмом клеточной коммуникации, и аналогичные механизмы могут наблюдаться во взаимодействии биохимических реакций с фотонами (квантами электромагнитного поля) внешней среды.

Фотоны взаимодействуют с молекулами таким образом, что возбужденные электронные состояния молекул оказываются занятыми. Это может так влиять на химическую реактивность, что скорость реакции становится значительной по сравнению с условиями теплового равновесия, которые возрастают параллельно с энергией активации. Например, в ультрафиолетовой области электромагнитного спектра скорость реакции может возрастать примерно в 10^{40} раз [Popp, 1979a]. Отсюда можно предположить, что сверхслабое излучение биофотонов регулирует обмен клетки в целом. Биологические системы способны обнаруживать оптимальную реакцию на внешние влияния (усиление, ослабление и хранение электромагнитных сигналов) и обладают полной прозрачностью для стохастических влияний. Клеточная популяция функционирует как машина, способная излучать и поглощать фотоны. Она представляет собой открытую систему, которая включает в себя фотоны как внешнего излучения, так и «виртуальные», получаемые ею в процессе питания.

Таким образом, оказалось, что механизмы известных физико-химических процессов в значительной мере сводятся к влиянию внешнего электромагнитного поля на вещество, изменяя направленность и скорости биохимических реакций на субмолекулярном и молекулярном уровнях. Это, по-видимому, приводит клетки органов и тканей в состояние поддержания устойчивой неравновесности с последующими функционально-структурными механизмами внутренней и внешней работы.

Развивая идею о квантово-механических взаимодействиях электромагнитного поля и молекул и атомов, которые принимают участие в биохимических реакциях, уместно рассмотреть представление о специфических «когерентных возбуждениях», описанных Фрёлихом [Fröhlich, 1968, 1983]. Вот уже более 10 лет выходят работы, в которых рассмотрены возможности в ряде биологических систем специфических когерентных возбуждений, возникающих на основе Бозе-конденсации фотонов в области частот порядка 10^{11} Гц. Интересно отметить, что к своим представлениям Фрёлих пришел, отказавшись от стандартного рассмотрения систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия с окружающей средой. Он рассматривает системы, непрерывно поддерживаемые в неравновесном состоянии за счет притока энергии от внешнего источника.

Идеи Фрёлиха о роли когерентных фотонов в биологических макромолекулах интересны для понимания процессов, связанных с неравновесным состоянием биологических систем, и, возможно, могут оказаться полезными при обсуждении вопроса о «третьей системе управления» (помимо нервной и гуморальной), имеющей важное значение для понимания механизмов управления функциями организма.

В свете биофотоновой концепции Ф. Попп [Popp, 1979b; Popp, Nagl, 1983] рассматривает некоторые аспекты эволюции, проводя квантово-механический анализ своей модели. На основании тео-

ретических рассуждений, математических выкладок, частично подтвержденных специальными экспериментами, Ф. Попп считает, что биологические системы можно понять через их когерентные состояния, пригодные для резонансов внешнего мира, обнаруживаемых во всей спектральной области. Это значит, что спектр собственной частоты систем, которым благоприятствует эволюция, развивается от коротковолновой части (элементарные частицы, атомы, молекулы) до ультрафиолетовой, видимой, инфракрасной (клетки) и до области в несколько герц (для живых систем), всегда включая при этом резонансы внешней среды (космические излучения, излучения Земли, Солнца и т. д.).

Так возникла резонансно-полевая гипотеза биологического действия экзогенных полей, которая иногда противопоставляется (очевидно, совершенно необоснованно) молекулярным и физико-химическим процессам. Суть ее состоит в том, что физические полевые факторы взаимодействуют с биологическими ЭМП. Это предполагает наличие в биологических объектах дискретных квантовых состояний и их взаимодействие с биологическим ЭМП, что определяет специфическую реакцию живого объекта на внешнее физическое воздействие [Дубров, 1973].

Такое положение справедливо в силу того, что живой системе присущи принципиально важные свойства: 1) устойчивая термодинамическая неравновесность, определяющая ее высокую реактивность, при минимальном пороге чувствительности; 2) целостность, определяющая и требующая высокой степени взаимообусловленности и пространственно-временной упорядоченности процессов; 3) структурная гетерогенность, определяющая наличие осцилляторов любого типа, способных генерировать и воспринять сложное физическое поле. Можно полагать, что в основе рецепции внешних полевых воздействий лежит принцип суперпозиции экзогенного поля и собственного модулированного излучения клетки, в котором кодируется ее состояние. Законами интерференции взаимодействующих полей можно объяснить различные биологические эффекты действия ЭМП, например, соотношение интенсивности собственного и внешнего поля определит тип реакции биосистемы как информационный или энергетический, а неконтролируемость соотношения фаз приведет к частичной невоспроизводимости экспериментов и т. д.

В последние десятилетия накапливаются сведения о свойствах и роли электрических и магнитных полей, образующихся в самих биологических субстратах на разных уровнях рецепции: субмолекулярном, молекулярном, структурном и даже в целом организме [Марченко, 1978; Введенский и др., 1981; Казначеев и др., 1981; Popp, 1979 a, b; Popp, Nagl, 1983]. Однако пока не нашла всеобщего признания теоретическая концепция о том, что все процессы жизнедеятельности сопровождаются возникновением и сложной трансформацией этих полей, хотя нет оснований сомневаться в существовании собственных эндогенных ЭМП в организме и в том, что эти поля взаимодействуют с внешними полями.

Многочисленные и разносторонние доказательства биологического действия электрических и магнитных полей свидетельствуют о высокой чувствительности к ним биологических объектов. Имеются данные, указывающие на возможное принципиальное значение ЭМП в процессах управления внутри организма и влияния на них внешних полевых возмущений. Возникает необходимость ответить на важнейший вопрос: является ли электромагнитная среда необходимым и обязательным условием (а возможно, и компонентом) жизни? Анализ фактов приводит нас к убеждению, что современная электромагнитная среда на Земле жизненно необходима.

Электромагнитная среда в процессе ее эволюции не была однородной и неизменной. Одни компоненты электромагнитного поля Земли, необходимые для жизнедеятельности биосистем, в процессе эволюции могли исчезнуть, и, наоборот, появлялись новые элементы, жизненно опасные для их существования. Сказанное относится к проблемам индивидуального развития человека и животных, у которых в разные периоды онтогенеза могли быть разные экологические потребности в электромагнитной среде.

Выше говорилось о своеобразном гомеостазисе, т. е. о поддержании жизненно необходимой электромагнитной внутренней и, в определенной степени, внешней среды (их единого компонента). Такие идеи мы находим в трудах В. И. Вернадского и А. Л. Чижевского. Конечно, реакция биосистемы, в том числе организма человека, на внешние электромагнитные среды есть очень сложный процесс. В организме человека и высших животных можно предполагать существование механизма электромагнитного регулирования. Об этом свидетельствуют наши модельные опыты по высокой чувствительности культуры фибробластов к изменениям естественного ЭМП Земли, поскольку изменений в тех же самых условиях в тканевых структурах животных и человека не наблюдается.

Наряду с энергетическими взаимодействиями в биологических процессах существенную роль могут играть информационные взаимодействия. Биологические аспекты, обусловленные ими, зависят уже не от количества энергии, вносимой в ту или иную систему, а сигнал, несущий информацию, вызывает только перераспределение энергии или вещества в самой системе, управляет происходящими в ней процессами. Можно предполагать, что живая природа в процессе эволюции использовала для получения информации об изменениях во внешней среде именно экзогенные электромагнитные поля [Пресман, 1968]. Накоплено немало примеров участия полей в информационной передаче между живыми объектами и органическими веществами в природе; в отдельных случаях эти энергии могут играть особую роль [Вернадский, 1926; Чижевский, 1963; Дубров, 1973; Казначеев и др., 1983].

С физической точки зрения эти (электромагнитные) формы энергии обладают всеми существенными свойствами, необходи-

мыми для передачи биоинформации: значительной проникающей способностью, большой скоростью передачи информации, способностью на расстоянии регулировать определенные процессы. Есть основания предполагать, что информационные электромагнитные взаимодействия представляют собой один из общих принципов функционирования живых систем [Казначеев, Михайлова, 1981]. Отсюда приобретает первостепенное значение проблема биологической значимости электромагнитного излучения клетки.

В последние десятилетия появляется все больше сторонников теории [Винер, 1968; Пресман, 1968; Popp, 1979a; Ruth, 1978; König, 1979; Fisher, 1979; и др.], согласно которой ЭМП в биосистемах принадлежит регуляторная и информационная роль.

Наши наблюдения передачи электромагнитной информации в системе клетка — клетка дают основание высказать предположение, что чисто химический механизм этой связи может быть не первичным, а следствием более сложных процессов, которые, по существу, и представляют собой истинный механизм передачи информации структуры внутри клетки. В таком случае функционирующая клетка является источником и носителем сложного электромагнитного поля, структура которого, порождаемая биохимическими процессами, постоянно управляет всей метаболической деятельностью клетки. В таком понимании, с одной стороны, клетка — это сложный биохимический комплекс, с другой — электромагнитное поле, т. е. клетка — это поле, порожденное обменом веществ, и обмен, порожденный полем.

Исходя из такой постановки вопроса, можно полагать, что наши современные представления о световой автотрофности биосистем односторонни; обычно принимается во внимание лишь та часть экзогенных электромагнитных полей, которая в виде световой энергии ассимилируется автотрофными биосистемами для синтеза органических структур. Между тем можно полагать и жизненно необходимую роль внешних полей и излучений в регуляции процессов в биосистеме, таких как поддержание генетического структурного постоянства клеток, саморегулирование функций генетических механизмов. С этой точки зрения принципиально не существует различия между так называемой световой и темновой реактивацией, поскольку оба процесса в своей основе имеют действие световых потоков. Тогда необходимо рассматривать их как единый, неделимый механизм регуляторно-генетического светозависимого процесса. Отсюда уместно полагать, что в ходе эволюции, при взаимодействии живого вещества с косным (в данном случае это солнечно-космические электромагнитные и другие излучения), роль этих излучений с самого начала была двоякой. Во-первых, световые потоки выполняют универсальную функцию синтетической ассимиляции энергии, во-вторых, они регулируют воздействия в генетических функциях, коррелируют гомеостатические и восстановительные процессы. Эта, вторая, роль и есть главная, что нам и хотелось бы подчеркнуть. В процессе эволю-

ции жизнедеятельность этих двух типов взаимодействия с внешними световыми потоками оказалась неоднозначной. Роль внешних и внутренних потоков усложняется их взаимодействием внутри многоклеточных организмов. Сказанное в большей мере относится к млекопитающим и человеку. Именно у млекопитающих в связи со стабилизацией температурного поля (гомойотермность) интенсивность внутренних световых потоков значительно нарастает, и их воздействие (информационное) может приобретать значительно более широкое регуляторное положительное, а также отрицательное значение. В этом аспекте внешние световые потоки должны выполнять компенсаторную роль: как дополнение (усиление) положительного значения внутренних световых потоков, так и компенсация возможных патогенных влияний внутренних световых полей.

С. В. Казначеев с соавторами [1983] показали, что крысы линии Август (80 экз.), не обладающие цветным зрением, при облучении светом оптического диапазона частот в специальной камере давали многочисленные избирательные функциональные, биохимические, биофизические реакции в зависимости от длины действующей на них световой волны (табл. 1).

При действии синего света у подопытных крыс возрастает поглощение кислорода из легких, на что указывает снижение его содержания в альвеолярном воздухе на 21% по сравнению с количеством кислорода в темноте (принятым за 100%). Под действием синего света концентрация альбуминов в крови достоверно не изменяется, однако достоверно увеличивается количество α-глобулинов, содержание сахара в крови уменьшается. Содержание общих липидов не изменяется, а содержание гидроперекисей возрастает на 47%, при этом сыворотка крови обладает прооксидантными свойствами.

Иное изменение контролируемых показателей выявлено при действии зеленого света. У животных резко падает насыщение эритроцитов крови кислородом (до 6,75 отн. ед.). Замечено также, что при облучении животных зеленым светом усвоение кислорода из альвеолярного воздуха у них не изменяется и лишь немного увеличивается количество углекислого газа. В крови подопытных животных наблюдаются изменения в содержании белков и липидов по сравнению с величинами, характерными при действии синего света: увеличивается количество альбуминов и общих липидов, уменьшается количество глобулинов. Содержание гидроперекисных групп сокращается, сыворотка крови обладает незначительными прооксидантными свойствами. Среднее количество сахара в крови достоверно уменьшается.

В противоположность влиянию зеленого света красный свет, воздействуя на животное, вызывает ускорение выхода кислорода из эритроцитов. Об этом свидетельствует достоверно отличающаяся от контроля относительная скорость отдачи кислорода. Кроме того, происходит более полная по сравнению с контролем отдача кислорода эритроцитами. При данном световом воздействии ус-

Таблица 1

Изменение физиологических и биохимических показателей у животных под воздействием различных световых сред

Параметр	Темнота (Т), λ=0	Синий (С), λ=450	Зеленый (З), λ=540	Красный (К), λ=680	Достоверность		
					Т—С / С—З	Т—З / С—К	Т—К / З—К
Изменение альвеолярного газового состава, %:							
O_2	100	78,5±0,256	101,2±7,422	97,6±2,155	0,001 / 0,001	0,001 / 0,001	0,001 / —
CO_2	100	111,3±0,345	105,9±0,790	81,5±0,194	0,001 / 0,001	0,001 / 0,001	0,001 / 0,001
Отдача кислорода с эритроцита сорбенту:							
отн. ед.	9,11±0,449	7,27±0,500	6,75±0,450	7,0±0,500	0,001 / —	0,001 / —	0,001 / —
мин	16,33±0,449	15,66±1,235	17,36±1,010	10,55±0,560	— / —	— / 0,001	— / 0,001
Белок крови, г%:							
альбумин	50±3,0	45±1,2	48±0,9	46±9,4	— / 0,001	— / —	— / —
α-глобулин	4,0±0,30	4,96±0,30	3,48±0,460	4,68±0,970	0,05 / —	— / —	— / —
Сахар крови, мг%	74,5±9,60	52,0±6,0	65,0±2,0	80,0±5,0	0,001 / 0,05	— / 0,001	— / 0,001
Общие липиды, мг%	320±20,0	320±66,0	400±30,0	398±36,0	— / —	0,001 / —	0,05 / —
Гидроперекиси крови, $\times 10^{-5}$ $моль^{-1} \cdot см^{-1}$	0,140±0,019	0,216±0,021	0,114±0,050	0,135±0,032	0,001 / 0,05	— / 0,001	— / 0,05
Антиокислительная активность, $\times 10^{-6}$ $моль^{-1} \cdot см^{-1}$	(+) 0,085±0,024	(—) 0,142±0,017	(—) 0,032±0,020	(+) 0,032±0,018	0,001 / 0,001	0,001 / 0,001	0,001 / —

воение кислорода из альвеолярного воздуха практически мало изменяется, но количество выделяемого углекислого газа существенно уменьшается. В крови накапливаются общие липиды и сахар при неизменяющемся количестве гидроперекисей. Сыворотка крови при этом обладает антиоксидантными свойствами. Содержание альбуминов сокращается по сравнению с контролем.

При анализе температурной реакции крыс на действие света разной длины волны оказалось, что температура воздуха в камере повышается при облучении крыс синим светом и снижается при воздействии красным светом. Температура боковой поверхности тела животного и ректальная температура не зависят от длины волны воздействующего света (во всех случаях они были одинаковы). Различия температурной реакции животных выражались лишь в изменениях температуры верхней трети хвоста: она достоверно повышалась на 0,3°С при действии синего света.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что при действии синего света существенно уменьшается количество кислорода и увеличивается количество углекислого газа в альвеолярном воздухе. Под влиянием зеленого света подобного изменения газового состава альвеолярного воздуха не наблюдается. Красный свет снижает уровень кислорода в альвеолах на 2,4% по сравнению с контролем, однако это изменение менее выражено, чем при воздействии синего света. Возможно, что к зеленому свету организм остается нейтральным (в отношении баланса газов в крови), тогда как красный и синий свет меняют газовый состав альвеолярного воздуха однонаправленно.

Приведенные данные свидетельствуют о существенном влиянии видимого света на регуляцию физиологических и биохимических реакций животного.

Таким образом, перераспределение световой энергии видимого диапазона в тканях животного находится в зависимости от спектрального состава. Наличие данного феномена, с нашей точки зрения, позволяет по-новому трактовать характер биохимических изменений в организме животного и человека, находящихся под действием солнечной радиации на разных широтах.

Следовательно, изучение внешних световых потоков для теплокровных имеет особую направленность, особый смысл. При изучении дистантных межклеточных взаимодействий в течение 15 лет нами обнаружено существование строгой сезонной зависимости проявления «зеркального» цитопатического эффекта (ЦПЭ). Проявление его носит диалектический характер, т. е. мы можем иметь как положительные, так и отрицательные результаты, но вероятность их в различные месяцы различна.

Многолетние исследования феномена ДМВ показали, что «зеркальный» ЦПЭ наблюдается в среднем в 70—80% случаев, в зависимости от месяца года. В то же время отмечались дни с «отрицательным» результатом в месяцы с максимальным (80%) проявлением «зеркального» ЦПЭ. Анализ накопленного материала (свыше 12000 опытов) показывает, что частичную невоспроизводи-

мость экспериментов, осуществляемых при стандартных условиях, трудно объяснить только техническими или методическими погрешностями. Это хорошо согласуется с тем фактом, что воспроизводимость опытов для некоторых культур тканей обнаруживает отчетливый сезонный ход: «отрицательные» результаты чаще фиксируются зимой. Однако и для летнего периода, когда воспроизводимость опытов выше, часть экспериментов дает низкий (либо нулевой) результат. Такая ситуация наводит на мысль о возможности влияния на исход опыта неконтролируемых гелиогеофизических факторов. В связи с этим было проведено сопоставление зафиксированного в описанных опытах процента наблюдаемого «зеркального» ЦПЭ с гелиогеофизическими индексами. Результат анализа позволил выявить корреляционную связь феномена ДМВ с полярностью межпланетного магнитного поля (отрицательная полярность которого за несколько дней до посадки ткани сопутствует проявлению «зеркального» ЦПЭ). Возмущения геомагнитного поля за несколько дней до посева ткани также приводят к проявлению эффекта. Кроме того, оказалось, что при больших значениях индекса (большие вспышки на Солнце) эффект ДМВ проявляется слабее. Действительно, нами отмечено, что в годы активного Солнца (1969, 1980) проявление феномена крайне нестабильно: изменяется сезонная зависимость «зеркального» ЦПЭ, а в благоприятное время года чаще наблюдаются дни с 90—100%-ным проявлением дистантно-регуляторных процессов. Высказанная гипотеза развивает наши предыдущие работы о роли сверхслабых потоков в биосистемах.

Следовательно, в живом организме функционирует управляющее устройство, которое располагает возможностью рецептировать наступление внешних колебаний ЭМП. Многие из таких предшественников-сигналов, вероятно, нам не известны или мы знаем о них совершенно недостаточно (отдельные диапазоны электромагнитных излучений, поляризацию, ионизацию, радоновое «дыхание» Земли и др.). По-видимому, рецептирование осуществляется на уровне клеточных, возможно специализированных, структур. В соответствии с полученными опережающими сигналами в организме формируется сложная ответная реакция, заключающаяся в изменениях собственного внутреннего и внешнего электромагнитных полей. Эти изменения предупреждают (нейтрализуют или дополняют) соответствующие периодические или апериодические колебания солнечной активности и внешних ЭМП Земли.

Таким образом, накапливается все больше научных данных о важной роли физических факторов формирования закономерности солнечно-земных связей, т. е. электромагнитных и корпускулярных излучений космического и солнечного происхождения, взаимодействующих с живым и косным веществом биосферы. Очевидно, что такой подход позволяет выделить место и взаимосвязи определенных разновидностей, или, как говорил В. И. Вернадский, отдельностей живого вещества, в ряду прочих, рассмотреть

их включение в космопланетарные связи, а также выявить и проанализировать некоторые общезначимые, фундаментальные уровни организованности живого вещества; и, кроме того, такой подход позволяет определять совокупность определенных, наиболее значимых космопланетарных факторов, имеющих решающее значение для здоровья самого человека.

Основные исследовательские усилия при этом сосредоточены на проблеме передачи биологической информации путем сверхслабого электромагнитного излучения.

Приоритет развития подобных исследований целиком принадлежит русской и советской науке (Вернадский, Чижевский, Гурвич, Бауэр, Циолковский, Тимирязев и др.). Однако в последние десятилетия наблюдается интенсификация исследований по аналогичной и смежным тематикам за рубежом (М. Ямбастиев и Г. Алтынков — Болгария; Ф. Попп, А. Рутт, Фишер и другие — ФРГ; С. Сан — Франция; в Стендфордском центре и Калифорнийском университете США и т. д.).

Исследования значения сверхслабых электромагнитных излучений как способа передачи биологической информации позволяют сформулировать концепцию о том, что электромагнитная среда составляет необходимое и обязательное условие организованности живого вещества.

На основе концепции о специфической информационной электромагнитно-полевой организованности биосистем (отдельностей живого вещества) могут разрабатываться научно-практические биогеофизические аспекты адаптации и экологии человека, связанные с первичной профилактикой здоровья, диагностикой и лечением определенных заболеваний (сердечно-сосудистых и других).

Глава 4

ДИСТАНТНЫЕ БИОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Возможность передачи биологической информации посредством квантов ЭМП исследуется нами в течение длительного времени. Предпосылка экспериментов заключалась в том, что функциональное состояние клетки, подвергнутой воздействию различных факторов внешней среды, кодируется в электромагнитном излучении, возникающем в процессе ее жизнедеятельности. Предполагалось проверить, обладает ли это излучение сигнальной функцией, способно ли оно запускать адекватные исходному возбужденному состоянию процессы в интактных клетках-детекторах. По-

скольку имелось в виду исследование информативных свойств излучения, избраны такие ситуации, когда клетка сталкивалась с повреждающими факторами среды. В этом случае адекватный ответ со стороны клеток-детекторов мог быть истолкован однозначно как проявление информативного воздействия.

В качестве факторов воздействия на клетку использовались ДНК- и РНК-содержащие вирусы, токсические дозы двухлористой ртути, летальная доза ультрафиолетового облучения и др. В результате в клетках развивались повреждения, приводящие к гибели со специфической для каждого из перечисленных агентов картиной. Если поврежденные соответствующим образом клетки, находящиеся в специальных камерах с кварцевыми окошками, соединить с помощью оптического контакта с такими же клетками, не подвергнутыми никакому воздействию, то в последних закономерно развиваются характерные изменения, повторяющие картину «болезни» и гибели поврежденных клеток, т. е. обнаружены дистантные межклеточные взаимодействия, обусловленные сверхслабым электромагнитным излучением.

ДИСТАНТНЫЕ МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Биологическое действие сверхслабого электромагнитного излучения клеток изучалось нами с использованием метода биологического детектирования, идея которого предложена А. Г. Гурвичем [Гурвич А. Г., Гурвич Л. Д., 1945]. Наиболее чувствительным детектором слабых излучений, по данным А. Г. Гурвича, являются биологические объекты (клетка). Поскольку нас интересовал вопрос, заложена ли сигнальная функция в сверхслабом свечении клеток, необходимо было выбрать такую модель клеточного состояния, которую можно было бы четко учитывать с помощью биологического детектора. С этих позиций наиболее удобный объект — культура ткани, пораженная каким-либо экстремальным агентом. Для эксперимента брали как первичную, так и перевиваемую гомологичную культуру. Культивировали клетки на среде 199 Паркера с добавлением 10%-ной сыворотки крупного рогатого скота и антибиотиков. В качестве экстремального агента в работе использовали три различных вида вируса — Коксаки А-13 (штамм 401 и 639), классической чумы птиц и аденовирус (штамм 5); химический яд — двухлористую ртуть (сулему) и ультрафиолетовую радиацию (экспозиция 40—45 с, лампа БУВ-30, расстояние 0,5 м), т. е. исследовали проявления ДМВ при воздействии на клеточную культуру факторами биологической и физической природы. Кроме того, применяли колцемид, вызывающий не гибель клетки, а нарушения митотического цикла.

Культура ткани, служившая объектом исследований, выращивалась в специальных камерах на припаянных к дну со шлифом кварцевых или стеклянных подложках различной толщины — от 0,2 до 2,0 мм (рис. 7, *а*). Пропускная способность кварцевых пластинок в области 280—320 нм — 70—90%. Для стекол мак-

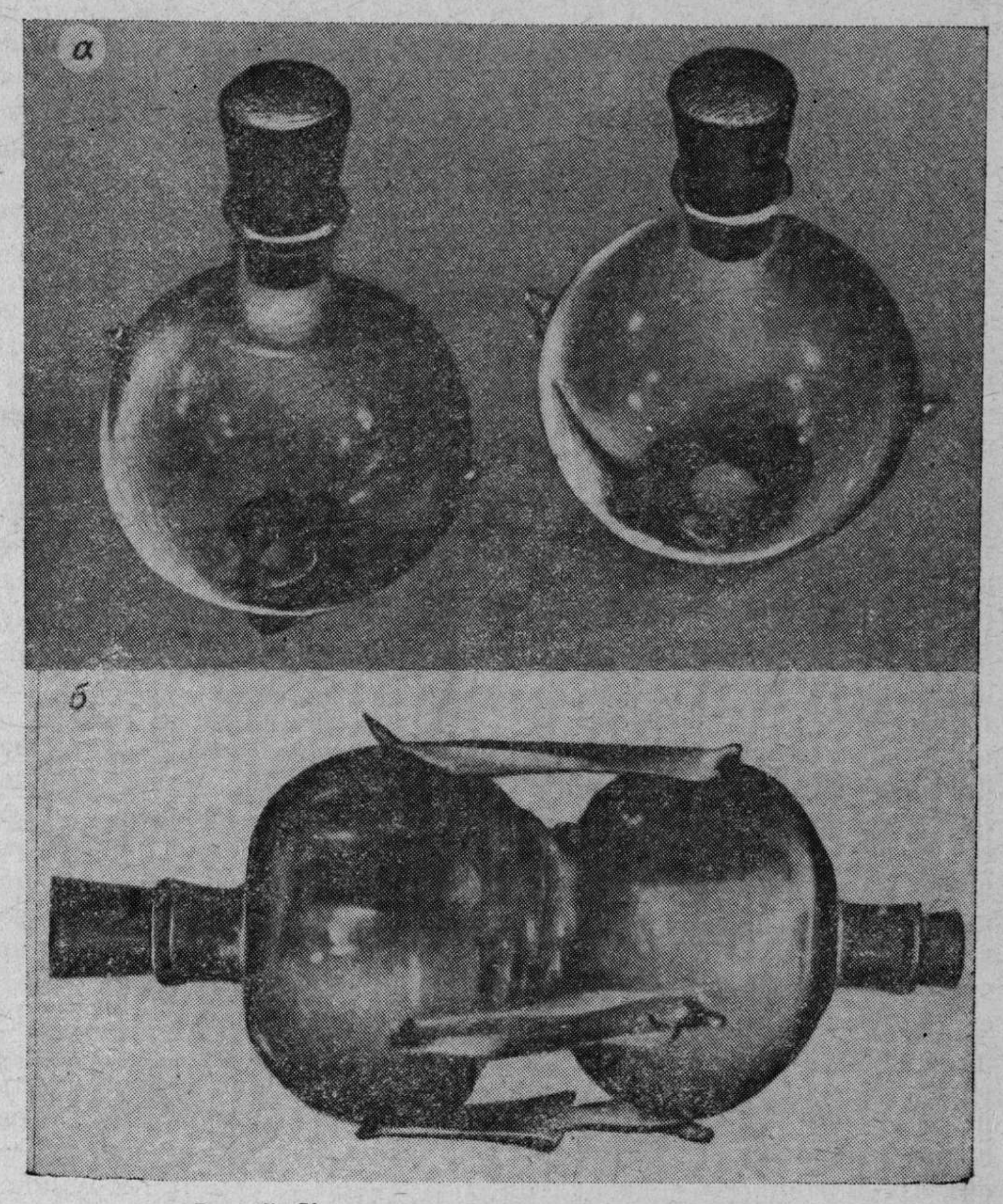


Рис. 7. Камеры для выращивания культуры.
Описание см. в тексте.

симум пропускания лежал в видимой области, начиная с 440 нм. После того как на дне камер образовывался монослой, камеры с внесенным повреждающим фактором монтировались попарно с интактными (монослой к монослою) (рис. 7, *б*) и закреплялись на вращающемся барабане перпендикулярно его оси. Барабан находился внутри затемненного термостата (37°С) и вращался вместе с камерами со скоростью 25 об/мин. Контроль на выявление спонтанной дегенерации клеток культуры ткани постоянно сопровождал все опыты. Через 2—4 сут камеры извлекались, демонтировались, стекла-подложки с выросшими на них клетками отпаивались и после фиксации и окрашивания культуры подвергались

морфологическому исследованию. Учет ЦПЭ велся в отношении числа погибших клеток к числу всех клеток и по типу морфологических изменений. Слабоположительный ЦПЭ оценивался соотношением 1 : 10, средний — 1 : 15, выраженный — 1 : 2.

Эксперименты с применением в качестве экстремального агента вируса Коксаки А-13. Вирус Коксаки А-13 принадлежит к семейству пикорновирусов. Это небольшие (диаметр 40 нм) РНК-содержащие вирусы икосаэдрической формы, без оболочек. Размножаются в первичных культурах клеток тканей и органов эмбриона человека и приматов, в культурах почечной и амниотической тканей человека. ЦПЭ вируса Коксаки А-13 выражается в дегенерации клеточных культур, завершающейся полной деструкцией клеток с последующим отслоением и освобождением из них вирусных частиц. На окрашенных препаратах ЦПЭ характеризуется пикнозом ядер, исчезновением ядрышек, появлением в центре клеток РНК-содержащих эозинофильных масс, которые, увеличиваясь в размерах, смещают ядро к периферии клетки. Биологической особенностью вирусов Коксаки А-13 является способность вызывать у новорожденных мышат вялые параличи, обусловленные распространенным миозитом с острым воспалением и некрозом (типа ценкеровского) скелетных мышц. Типирование вирусов Коксаки проводят в реакциях нейтрализации, задержки гемагглютинации или реакции связывания комплемента. Для заражения вирусом Коксаки А-13 брали первичную культуру тканей эмбриона человека (ФЭЧ). В подготовленные камеры с выросшей культурой ткани вносили по 0,3 мл вируса (ТПД $30-10^{-5}$) на 5 мл питательной среды. Зараженные камеры монтировали попарно (как указывалось выше) с незараженными, помещали в термостат и выдерживали там до появления четкого цитопатического действия вируса (т. е. до 4—5 сут). Первые признаки цитопатического действия вируса появлялись через 24—36 ч и выражались в дискомплексации монослоя и возникновении крупных клеток с базофильной цитоплазмой. Число делящихся клеток резко уменьшалось. В дальнейшем округлившиеся базофильные клетки подвергались пикнозу (сморщивались, становились полигональными: ядро резко гиперхромно). Затем пикнотизированные клетки разрушались и наряду с отдельными сохранившимися фибробластами можно было наблюдать пикнотические «обломки» дегенерированных клеток. Их соотношение с нормальными менялось в зависимости от выраженности цитопатического действия. Однако на первом этапе дегенерации, как правило, наблюдали крупные округлые базофильные клетки. На поздних стадиях цитопатического действия этих клеток уже не наблюдалось и можно было видеть два морфологически полярных элемента: нормальный фибробласт и пикнотические «обломки» цитоплазмы и ядер погибших клеток (фото 1).

В «зеркальных» культурах отмечались фактически те же эволютивные формы дегенерации, что и в зараженных вирусом. Однако темп развития ЦПЭ в «зеркальных» камерах по сравнению с

зараженными был ниже: «зеркальное» ЦПЭ появлялось на 12—13 ч позднее (фото 1, 2).

С вирусом Коксаки А-13 было исследовано 180 пар камер с кварцевыми подложками с внесением в одну из камер вируса и 180 пар контрольных камер с кварцевыми подложками без вируса. Контрольные камеры находились в тех же условиях культивирования, что и зараженные камеры, вращающиеся в барабане. Из 180 пар с кварцевым стеклом, зараженных вирусом, индуцированное действие в «зеркальной» культуре получено в 131 паре камер, отрицательный эффект — в 49. В 180 парах камер, не зараженных вирусом, неспецифической дегенерации не наблюдалось (фото 3). Положительный «зеркальный» ЦПЭ в опытах с применением в качестве экстремального агента вируса Коксаки А-13 отмечался в 74% случаев. Для контроля в опыт было взято 100 пар камер с простым стеклом в качестве подложки и внесенным в одну из них вирусом и 90 пар камер с простым стеклом, не зараженных вирусом. В этом варианте ни в одном случае положительного ЦПЭ в «зеркальной» культуре не получено. В 90 парах камер с простым стеклом, не зараженных вирусом, неспецифической дегенерации также не было.

При пассаже культуральной жидкости, взятой из камер, в которых клетки были заражены вирусом Коксаки А-13, выделялся регулярно вирус, идентифицированный серологически при реакции нейтрализации как Коксаки А-13. Из культуральной жидкости «зеркальных» камер, в которых клеточная культура не была заражена вирусом, при трехкратных последовательных пассажах вирус не выделили.

Применение в качестве экстремального агента вируса FPV. Название «миксовирусы» предложено С. Н. Андревесом для группы вирусов, поражающих человека и животных и характеризующихся сродством к мукопротеинам (муко — слизь клеточных оболочек) и ферментативной активностью в отношении этих веществ. Под этим названием объединены вирусы гриппа типов А, В, С, вирусы истинной и ложной чумы кур (болезнь Ньюкасла) и эпидемического паротита [Жданов, Букринская, 1963].

Вирус классической чумы птиц принадлежит к типовому виду ортомиксовирусов (*Ortomyxovirus*) и морфологически сходен с вирусом гриппа А. Собственно вирус классической чумы птиц (FPV) представляет собой одну из разновидностей вируса гриппа птиц А (*Myxovirus influenca* А — FPV-27).

Это РНК-содержащий вирус средних размеров (90—120 нм), сферической формы, имеющий оболочку. Нуклеокапсид построен по спиральному типу симметрии. FPV имеет два антигена — V—F и гемагглютинин.

Вирус хорошо размножается в аллонтойсной полости 10—11-дневных куриных эмбрионов, вызывая гибель эмбрионов через 18—28 ч. Индикатором размножения вируса служит реакция гемагглютинации. Для пассирования вируса FPV на культуре ткани используют следующие клеточные культуры: первичные (фиб-

робласты куриных эмбрионов, почки эмбрионов крупного рогатого скота) и перевиваемые культуры (СПЭВ, БПК, СЭЛ, НЕр-1, А-1 и т. д.).

Цитопатический эффект под действием вируса развивается обычно медленно и характеризуется появлением групп округлых зернистых клеток, количество которых увеличивается по мере удлинения сроков инкубирования. Постепенно клетки сморщиваются и отслаиваются от стекла.

Вирус классической чумы птиц избран как обладающий гемагглютинирующими свойствами, по которым его можно обнаружить так же, как и по цитопатическим проявлениям в культуре фибробластов куриного эмбриона.

Использовался штамм вируса классической чумы птиц, полученный из Института вирусологии АМН СССР им. Д. И. Ивановского. Инфекционную активность вируса поддерживали пассажами на куриных эмбрионах. Для заражения культуры ткани в камерах использовали 0,3 мл взвеси вируса с агглютинационным титром 1 : 320 на 5 мл питательной среды.

Эксперимент с вирусом классической чумы птиц проводили по той же схеме, что и с вирусом Коксаки А-13. Поскольку цитопатическое действие вируса классической чумы проявлялось в полной мере к концу 2-х суток после заражения, время констатирования зараженной и «зеркальной» камер ограничивали 2 сут.

По истечении 2 сут камеры демонтировали, культуральную жидкость в зараженных и «зеркальных» камерах исследовали на наличие гемагглютининов и пассировали на куриных эмбрионах на предмет выявления вируса. Дно камер отпаивали, и растущая на нем культура подвергалась морфологическому исследованию.

Оказалось, что во всех зараженных камерах наблюдалось цитопатическое действие, характерное для вируса классической чумы птиц. Оно выражалось в дискомплексации монослоя, округлении большого числа клеток, которые были склонны стягиваться в гроздевидные образования. Наряду с этим появлялись крупные симпластические структуры, в периферической зоне которых ядра выстраивались в виде частокола. В последующем отдельные клетки сморщивались, цитоплазма их окрашивалась слабо, а ядра пикнотизировались. Такие клетки отслаивались, и окончательный цитолиз завершался уже в культуральной жидкости. Ядра симпластов также подвергались пикнозу, а сами образования теряли способность реагировать с основными и кислыми красителями (фото 4).

В незараженных «зеркальных» камерах, бывших в оптическом контакте с зараженными, в 74—78% случаев наблюдалось наличие «зеркального» ЦПЭ. В «зеркальной» культуре на первых этапах развития цитопатического действия появлялось большое число отдельных базофильных клеток, многие из которых в дальнейшем окончательно теряли связи друг с другом, вследствие чего монослой подразделялся на ряд гроздевидных клеточных компонентов. Цитоплазма клеток в этих комплексах была значительно вакуоли-

зирована, а ядра уплотнены. В последующем комплексы распадались на отдельные клетки, которые переставали воспринимать кислые красители и отслаивались от стекла. Специфические симпластические структуры в «зеркальных» культурах не образовывались (фото 5). Таким образом, сходство ряда элементов «зеркального» ЦПЭ с истинным очевидно.

С вирусом классической чумы птиц исследовано 118 пар камер с кварцевыми подложками с внесением в одну из камер вируса и 115 пар камер с кварцевыми подложками без внесения вируса (контроль к данному опыту).

В итоге из 118 пар камер с кварцевой подложкой с внесением вируса в одну из камер положительный «зеркальный» цитопатический эффект обнаружен в 92 парах камер, отрицательный результат — в 26 парах (фото 6). В незараженных 115 парах камер с кварцевым стеклом неспецифической дегенерации не наблюдалось.

Пассирование культуральной жидкости из зараженных и незараженных камер показало, что вирус присутствует только в зараженных камерах. В «зеркальных» камерах с помощью пассажа вирус не обнаруживался. При постановке гемагглютинации с петушиными эритроцитами культуральной жидкостью из зараженных камер гемагглютинация обнаружена в титрах 1 : 40, 1 : 80, 1 : 160. Культуральная жидкость из незараженных камер даже при наличии «зеркального» ЦПЭ положительной реакции не давала, что свидетельствует об отсутствии вируса. Обнаружено, что для развития «зеркального» ЦПЭ требуется не менее 4 ч контакта между зараженной и незараженной камерами. Остальные условия получения «зеркального» ЦПЭ (в том числе необходимость применения кварцевых подложек) были аналогичны описанному в разделе о вирусах Коксаки А-13. Выраженность дегенеративных изменений в «зеркальных» камерах варьировала и зависела от времени контакта с зараженной культурой.

Проведена контрольная серия опытов с заражением вирусом FPV 120 пар камер с простым стеклом и 100 пар камер с простым стеклом, не зараженных вирусом, которые находились в тех же условиях культивирования, что и первые. В камерах, зараженных вирусом, наблюдали проявление ЦПЭ вируса; в «зеркальных» же камерах культура хорошо росла, никаких дегенеративных изменений мы не отмечали. В 100 парах незараженных камер, культивируемых в тех же условиях, ткань была без цитопатических изменений. Из полученных результатов видно, что при использовании в качестве экстремального для клеток культуры ткани агента в виде вируса классической чумы птиц «зеркальное» ЦПЭ, напоминающее по морфологии вирусное, наблюдалось в 78 случаях. Отсутствие вируса в культуральной жидкости из «зеркальной» камеры при трех последовательных пассажах убедительно доказывает, что полученный ЦПЭ не связан со случайным внесением в «зеркальные» камеры инфекционного начала.

Экспериенты с применением в качестве экстремального агента аденовируса. Аденовирусы — это вирусы средних размеров (70—90 нм), не содержащие оболочек, вирионы икосаэдрической формы с 252 капсомерами, имеют общие и типоспецифические антигены. Всего известен 31 представитель (тип) аденовирусов человека. Размножаются в ядрах, образуя кристаллические скопления (включения). Вызывают респираторные инфекции у человека и животных.

При наблюдении нативных неокрашенных клеточных культур, зараженных аденовирусами, по данным некоторых авторов удается выделить разновидности цитопатических изменений: 1) ЦПЭ общего типа (характеризующийся равномерным распределением округленных клеток с повышенным коэффициентом лучепреломления); 2) ЦПЭ периферического типа (первые изменения появляются на периферии зараженного клеточного пласта, пораженные клетки собираются в группы, напоминающие гроздья винограда); 3) ЦПЭ «гнездного» типа. На фиксированных окрашенных препаратах цитопатическое действие аденовирусов человека на чувствительные культуры впервые наблюдается примерно через 16—18 ч после инокуляции. Вначале в ядрах появляются мелкие округлые оксифильные включения размером около 1 мкм, окруженные светлой зоной (гало). В некоторых случаях включения выглядят однородными, в других имеют форму колец с прозрачной сердцевиной, очень слабо красятся эозином. В дальнейшем число таких включений быстро нарастает. Иногда они тесно прилегают друг к другу. Часто встречаются слоистые многоконтурные включения. Описываемые изменения наблюдаются в течение первых суток инфекции. За это время резко увеличиваются размеры ядер пораженных клеток. Определяются нарушения агрегатного состояния хроматина, его огрубление, формирование сетчатых структур, появление хроматина в виде глыбок и зерен.

При поздних сроках инфицирования наблюдаются глыбки эозинофильного или базофильного материала в цитоплазме клеток, пораженных аденовирусом. Процесс завершается сморщиванием и отторжением клеток [Дрейзин, 1966].

В этой серии экспериментов использовался аденовирус 5-го типа, хорошо размножающийся в клетках перевиваемой культуры почек обезьяны (МК) с ярким цитопатическим действием. Культуру ткани МК снимали раствором версена со стекла матрасов, на которых ее культивировали; центрифугировали, а осадок разводили питательной средой 199 плюс 10% сыворотки крупного рогатого скота из расчета 100—120 тыс. клеток на 1 мл среды и разливали в камеры по 5 мл в каждую. В камеру с выросшей культурой ткани вносили по 0,5 взвеси аденовируса 5-го типа ($ТПД_{50}$) на 5 мл питательной среды. Затем зараженные камеры соединяли с интактными и помещали в термостат с вращающимся барабаном на 2—3 сут. В течение этого периода цитопатическое действие вируса проявлялось в полной мере. В дальнейшем камеры демонтировали, культуральную жидкость забирали для пассажа на

выделение вируса, культуру клеток, выросшую на дне-подложке, подвергали морфологическому исследованию.

В зараженных вирусом камерах с культурой клеток МК наблюдали все характерные признаки цитопатического действия аденовируса: разбухание и округление клеток, которые собирались затем в агрегаты типа тутовой ягоды. В некоторых клетках образовывались внутриклеточные ядерные и цитоплазматические включения. В дальнейшем клетки подвергались пикнозу, лизису и отслаивались от стекла (фото 7).

В незараженных камерах, находящихся в контакте с зараженными, в течение 2—3 сут, в 72% случаев наблюдался «зеркальный» ЦПЭ. Последний выражался в дезинтеграции монослоя, в тенденции к агрегации отдельных элементов, в некотором набухании и последующем значительном сморщивании клеток. На завершающем этапе определялась почти тотальная гибель клеток, подвергавшихся в конечном итоге пикнозу (фото 8).

С аденовирусом 5-го типа исследовано 170 пар камер с кварцевыми стеклами с внесением в одну из камер вируса (опыт) и 140 пар камер с кварцевыми стеклами без внесения вируса (контроль). Из 170 опытных пар камер в 122 парах наблюдался индуцированный «зеркальный» ЦПЭ. В 140 контрольных парах камер неспецифической дегенерации не было.

В контрольных опытах с аденовирусом взято 150 пар камер с простым стеклом в качестве подложки. Во всех камерах, зараженных вирусом, цитопатическое действие аденовируса 5-го типа соответствовало описанному выше, а в «зеркальных» камерах ЦПЭ не определялся, ткань оставалась нормальной (фото 9). В контрольных 140 камерах с простым стеклом и с незараженной тканью неспецифической дегенерации не было. При последовательных пассажах культуральной жидкости, взятой из камер с «зеркальным» ЦПЭ, вирус не выделялся.

Для «зеркального» цитопатического действия при применении в качестве экстремального агента аденовируса необходимы те же условия, что и при использовании вируса Коксаки А-13 и вируса классической чумы птиц: 1) кварцевые пластинки толщиной 0,2—0,8 мм; 2) вращение камер; 3) темнота в период контактирования камер; 4) контакт интактной камеры с зараженной не менее 6 ч.

Таким образом, применение третьего экстремального агента — аденовируса дало возможность вновь продемонстрировать наличие дистантных взаимодействий в 72% от всех опытов.

Эксперименты с применением в качестве экстремального агента двухлористой ртути (сулемы). В качестве еще одной модели цитопатического состояния было избрано токсическое поражение клеток культуры ткани куриных и человеческих фибробластов двухлористой ртутью. Механизм действия сулемы связан с блокированием сульфгидрильных групп, входящих в состав ферментных систем клетки, а также с нарушением биохимической функции тиамина и некоторых аминокислот. Применялась не коагулирующая, а токсическая доза двухлористой ртути, которая вслед-

ствие блокады дыхательных ферментов приводила к гибели клетки культуры ткани через 2—3 сут. Действие раствора сулемы было оттитровано на культуре клеток человеческого и куриного эмбрионов. Выбрана такая доза сулемы, которая вызвала сулемовый ЦПЭ на 3-и сутки после добавления к питательной среде. Доза сулемы равнялась 4—5 мкг/мл питательной среды.

Как обычно, камеры с внесенной сулемой попарно соединялись с интактными «зеркальными» камерами и в дальнейшем содержались в описанных ранее условиях.

Через 2—3 сут в камерах с сулемой развивался ЦПЭ, выражавшийся в дезинтеграции монослоя, зернистой и вакуольной дистрофии клеток и кариопикнозе. Процесс завершался тотальной гибелью монослоя (фото 10).

В «зеркальных» камерах наблюдался «зеркальный» ЦПЭ, заключавшийся также в дезинтеграции монослоя, вакуолизации и зернистой дистрофии цитоплазмы, кариопикнозе. По степени выраженности процесса гибели клеток «зеркальный» ЦПЭ несколько отставал от истинного, вызванного сулемой (фото 11).

В серии опытов исследовали 120 пар камер с кварцевыми подложками с внесенной сулемой (опыт) и 110 пар камер с кварцевыми подложками без сулемы (контроль). Из 120 пар опытных камер в 94 случаях получен «зеркальный» ЦПЭ. В 110 парах камер с кварцевым стеклом неспецифической дегенерации клеточного монослоя не наблюдалось.

В контрольной группе, состоящей из 92 пар камер с простыми стеклами с внесением сулемы, ЦПЭ в «зеркальных» камерах не наблюдали и в 90 парах камер с простым стеклом без добавления сулемы спонтанной неспецифической клеточной дегенерации не наступало.

«Зеркальный» ЦПЭ в опытах с сулемой еще раз подтвердил необходимость соблюдения тех же условий проведения эксперимента, что и при использовании вирусов. Наименьшее время контакта, необходимое для проявления «зеркального» ЦПЭ, равнялось также 6 ч.

На модели феномена ДМВ с экстремальным агентом — двухлористой ртутью проведены исследования энергетического спектра излучения.

При проведении спектрального анализа для изучения значимости отдельных спектральных диапазонов в межклеточных взаимодействиях мы считали правомерным применить метод биологического детектирования и плоских фильтров.

В качестве фильтров использовались: 1) полиэтиленовые пленки с наполнителем из мелкодисперсной сажи толщиной 0,1 мм, изготовленные производственным объединением «Органический синтез»; 2) семь различных медных сеток, изготовленных в лаборатории спектроскопии Физического института АН СССР, с разными *а*-расстояниями между центрами квадратов (140, 180, 200, 240, 280, 400, 440 мкм).

Исследовался энергетический спектр излучения в ДМВ. Определение спектральных характеристик фильтров проведено на базе Института спектроскопии АН СССР в г. Москве.

Спектральные характеристики сеток отличаются высокой контрастностью. Начиная с некоторой пороговой длины волны ($\lambda/a \approx \approx 1,5$), отражение сеток резко возрастает от малых значений в коротковолновой области (3%) до 90% в длинноволновой области. С возрастанием угла падения несколько уменьшается крутизна коротковолнового фронта и возрастает отражение в коротковолновой области спектра. Положение коротковолновой границы для сеток с различными расстояниями между центрами соседних квадратов представлено ниже:

№ сетки	1	2	3	4	5	6	7
a, мкм	140	180	200	240	280	400	440
λ, км	210	270	300	360	420	600	660

Длинноволновая граница пропускания у пластинок простого стекла 1 мкм.

Установлено, что полоса спектрального поглощения кварцевых пластинок в зависимости от длины волны излучения находится в диапазоне от 5 до 50 мкм. Данные фильтры помещались между двумя камерами с подложками из кварцевых пластинок толщиной 0,5 мм, полированных с двух сторон. В качестве подложек использовались также пластинки из простого стекла толщиной 0,5 мм.

Камеры с выросшим монослоем соединялись попарно и между кварцевыми подложками помещался фильтр. Эксперименты проводились в апреле — мае 1984 г. в следующем порядке: 1) 30 экспериментов с полиэтиленовым фильтром; в 60—80% случаев наблюдался «зеркальный» ЦПЭ с морфологической картиной, характерной для сулемового поражения: дезинтеграция монослоя, зернистая и вакуольная дистрофия клеток и кариопикноз; 2) 14 экспериментов с медными сетками в качестве фильтров; в 60—80% случаев наблюдался «зеркальный» ЦПЭ с этой же специфической морфологической картиной сулемового повреждения.

Результаты статистической обработки обобщены ниже.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Применяя черный полиэтиленовый фильтр, медные сетки № 1—7 и кварцевые пластинки, получен эффект ДМВ со строгой морфологической картиной сулемового поражения в «зеркальной» камере.

2. Предварительные данные, полученные при применении сеток, задерживающих субмиллиметровые, миллиметровые и радиоволны и пропускающих ультрафиолетовые, видимое, ближнее и среднее инфракрасное излучение, показывают, что электромагнитное излучение в ДМВ может лежать в ближней и средней инфракрасной области.

3. Применение черного полиэтиленового фильтра, поглощающего ультрафиолетовое и видимое излучение и пропускающего инфракрасное излучение, субмиллиметровые, миллиметровые и

радиоволны, а также кварцевых подложек, пропускающих ультрафиолетовое видимое, ближнее инфракрасное 1—6 мкм, среднее и далекое инфракрасное излучение с длиной волны более 50 мкм, показало, что область излучения ДМВ расположена, видимо, в инфракрасном диапазоне — 5—6 мкм и (или) более 50 мкм.

Получение «зеркального» ЦПЭ при последовательных пассажах. В серии экспериментов для доказательства возможности перепассажа «зеркального» ЦПЭ к «зеркальному» кварцевому стеклу-подложке, находившемуся в 4—6-часовом контакте с зараженной вирусом Коксаки А-13, аденовирусом 5-го типа или пораженной сулемой камерой (индуктором), вновь монтировалось новое кварцевое стекло-подложка с выросшей клеточной культурой, не пораженной никаким экстремальным агентом (новая «зеркальная» камера); исследования проводили до трех пассажей.

Обнаружено, что от пассажа к пассажу «зеркальный» эффект передается, постепенно угасая к третьему пассажу. При этом проявление ДМВ снижается до 20—30% случаев.

ДМВ при действии физического экстремального агента — ультрафиолетовой радиации. Описываемые ДМВ обнаружены при действии на клетку экстремальных агентов биологической и химической природы. Естественно возникает вопрос о проявлении феномена взаимодействий при использовании экстремального агента физического характера. Наиболее приемлемым с практической точки зрения и интересным с позиций выяснения механизма обнаруженного явления дистантного взаимодействия живых клеток нам представлялось ультрафиолетовое облучение соответствующей дозой. По мнению большинства исследователей, в основе биологического действия УФ-излучения лежат фотохимические превращения биомолекул-белков, нуклеиновых кислот и структурных липидов, участвующих в образовании биомембран. Эти превращения могут привести к поражению наследственного аппарата или мембранных образований. Ингибирование деления, мутации и гибель клеток в результате облучения в большинстве случаев относят за счет тех или иных повреждений ядра клетки. Описаны нарушения в структуре ДНК в результате прямого (образование димеров) или опосредованного действия УФ-излучения [Копылов, Король, 1973; Самойлова, 1975]. Вместе с тем эти явления могут быть сопряжены и с повреждениями иных клеточных структур. Основные эффекты воздействия УФ на клеточные мембраны структуры — увеличение их проницаемости для неорганических ионов и подавление активности отдельных мембранных ферментов и ферментативных комплексов [Рощупкин, 1973; Владимиров, Рощупкин, 1975]. Наиболее важным следует считать ослабление функции пассивного барьера для неорганических ионов, отмечаемое при небольших дозах облучения, когда фотоинактивации ферментов еще не наблюдается. Нарушение барьерной функции мембран, даже в незначительной степени, может привести к гибели клетки. Кроме эффекта отдаленной гибели клеток, УФ-излучение, в зависимости от дозы и спектра, а также физиологического состоя-

ния клетки, может стимулировать и тормозить деление или повышать жизнеспособность культур, находящихся в угнетенном состоянии. Механизм действия и особенно последействия УФ-радиации на биологические системы не имеет общепринятого объяснения, однако описана специфичность воздействия УФ-облучения на различных уровнях организации живой природы.

В этой серии опытов одну из культур облучали летальной дозой УФ, вторая служила детектором ЦПЭ, возникающих в пораженных клетках («зеркальная» культура). Источником УФ-радиации была лампа БУВ-30, удаленная на 50 см от камер с клеточной культурой. Дозу облучения подбирали экспериментально так, чтобы добиться полной гибели клеточного монослоя через 2—3 сут с характерной для УФ-радиации морфологической картиной (45—50 с). Исследования проводили как на первично трипсинизированных клеточных линиях (ФЭЧ, КЭ), так и на различных перевиваемых клеточных культурах. Камеры с культурой клеток, выращенной на кварцевой подложке и облученной летальной дозой УФ-радиации, стыковали с такими же, но необлученными и оставляли на 2 сут в термостате на вращающемся барабане. Затем камеры извлекали, демонтировали, подложки с выращенными клетками отпаивали, после фиксации и окрашивания культуры подвергали морфологическому исследованию. Препараты фиксировали метиловым спиртом или 10%-ным формалином и окрашивали по Романовскому, Браше гематоксилин-эозином.

Морфологические изменения в клеточной культуре, пораженной УФ-радиацией, соответствовали описанному в литературе: первоначально клетки теряют свои тинкториальные свойства, и прежде всего перестают окрашиваться основными красителями. В дальнейшем ядерное вещество конденсируется в плотное гиперхромное тело. Цитоплазма остается оксифильной. Затем ядерное вещество распыляется, а их клетки превращаются в округлые плазматические образования, подвергающиеся глыбчатому распаду. В случае выраженного ЦПЭ весь монослой представляет собой поле, усеянное глыбчатыми бесструктурными оксифильными массами (фото 12). В «зеркальных» культурах характер морфологических изменений менее выражен, но по существу идентичен (фото 13). В облученных и «зеркальных» препаратах, как правило, гибель клеток начинается с центра, а по периферии в течение некоторого времени сохраняется кольцевая зона нормальной ткани, что, по-видимому, связано с процессами рассеивания и поглощения света на грани раздела двух оптических сред: кварцевое стекло — камера. Все эксперименты сопровождали контролем на выявление спонтанной дегенерации в необлученной культуре. Камеры с выросшей культурой клеток монтировали попарно и помещали в термостат вместе с опытными, через 48 ч их демонтировали, а клетки на стеклах-подложках окрашивали азур-эозином и препарат просматривали на наличие неспецифической спонтанной дегенерации. В контрольных опытах вместо кварцевой подложки использовали простое стекло. Методика эксперимента та же.

В контрольных вариантах «зеркальный» ЦПЭ не развивался, в то время как в облученной камере появлялась морфологическая картина, характерная для УФ-излучения (фото 14).

Воспроизведение ЦПЭ в «зеркальной» культуре при контакте с облученной УФ-радиацией клеточной культурой наблюдалось в 389 случаях из 500 (табл. 2).

Таблица 2

ЦПЭ в «зеркальной» клеточной культуре при контакте с облученной ультрафиолетовой камерой

Вид опыта	Тип подложек в стыкованной паре камер	Время УФ-облучения, с	Камера А (ЦПЭ УФ)	Камера В («зеркальный» ЦПЭ)	Всего опытов
Контроль ткани	Кварцевое / Кварцевое	Не облуч.	0	0	100
	Стекло / Стекло	»	0	0	100
Контроль подложки	Кварцевое + УФ / Стекло	45 (камера А)	100	0	100
Опыт	Кварцевое + УФ / Кварцевое	45 (камера А)	500	389	500

Примечание. Камера А — детектор; камера В — индуктор.

В результате этой работы показано, что при действии УФ-радиации возникает «зеркальный» ЦПЭ (78% опытов). Наличие эффекта не может быть артефактом, так как передача «инфекционного начала» из одной камеры в другую исключается физической природой экстремального агента. Эта работа еще раз подтверждает наличие дистантных взаимоотношений, обусловленных оптическим контактом, характеризующимся тем, что используемые среды хорошо пропускают ультрафиолет. Условия получения «зеркального» эффекта аналогичны описанным выше: вращение, проведение эксперимента в темноте; достаточное время контакта (не менее 4—6 ч).

Дистантные межклеточные взаимодействия при использовании модели управляемого митотического цикла. Одним из подходов к изучению электромагнитного канала связи, который, как мы предполагаем, лежит в ультрафиолетовой области спектра и играет определенную роль в развитии ЦПЭ, является создание конструктивной модели, позволяющей исследовать биологическую роль электромагнитного излучения в жизненном цикле клетки, в отличие от ранее использованной модели экстремального воздействия на клеточную систему. В этой модели информация касается изменения жизненного цикла клеток монослоя при введении митостатического вещества в нормальную развивающуюся культуру ткани и передаче этого воздействия «зеркальной» культуре клеток.

На протяжении жизненного цикла клетка может переходить к процессу пролиферации из состояния покоя и из состояния выполнения специфической функции [Епифанова и др., 1967; Алов и др., 1969; Епифанова, 1973; Аспиз, 1974]. Это заставляет предположить, что существует сложная система регуляторных механизмов пролиферации, а не единый пусковой механизм митоза, типа триггерного. На основании полученных данных представляется возможным вмешательство в процесс размножения клеток на разных этапах их жизненного цикла [Епифанова, 1973]. Жизненный цикл клеток, сохранивших способность к митозу, расчленяется на несколько этапов. Митоз — это конечный этап целого ряда процессов, объединенных под названием митотического цикла. Представления о регуляции митотического цикла расширяются, не все процессы митотического цикла можно объяснить последовательным функционированием отдельных генов. Предполагается [Епифанова, 1973], что многие из них регулируются уровнем конечных продуктов, т. е. по принципу обратной связи. Ведутся исследования не только собственно митотического цикла, но и процессов, связанных с вступлением клетки в цикл и переходом ее в состояние покоя (гетеросинтетическая и автосинтетическая интерфазы). Расчленение клеточного цикла с помощью различных ингибиторов (колхицин, колцемид, пурамицин и т. д.) и изучение каждого периода цикла в отдельности позволили нам получить новую модель ДМВ с помощью колцемида, вызывающего метафазный блок (к-митозы) в камере-индукторе, и передачу этой информации в «зеркальную» камеру. К-митозы получали, обрабатывая культуру клеток производным колхицина — колцемидом (N-диацетил — N-метиоколхицин). Изменение показателей митотического режима «зеркальной» культуры изучали при получении колцемидного митоза в опытной камере путем введения в последнюю 0,02 мкг/мл колцемида. Данная концентрация оказалась наиболее подходящей для получения оптимального количества митотических клеток и наименее токсической при 24-часовой экспозиции.

Опыты проводили на культуре клеток НЕр-2 (перевиваемая линия злокачественной эпителиальной ткани, полученная из раковой опухоли гортани человека) и RH (перевиваемая линия эпителиальной доброкачественной ткани, полученная из почки человека). Клетки выращивали по общепринятой методике. Плотность посева составляла 80 тыс. кл./мл. В опытах использовали 24-часовую культуру. Конечная концентрация колцемида равнялась 0,02 мкг/мл. Контролем служила культура, инкубированная в одинаковых условиях, но без добавления колцемида, лишь со сменой ростовой среды, параллельно с опытными культурами. Исследования проводили следующим образом. На монослой, выращенный на кварцевых стеклах в камерах, наносился колцемид — 0,02 мкг/мл одновременно с заменой ростовой среды на среду 199 без бычьей сыворотки. В дальнейшем клетки культивировали в соответствии с ранее использованной методикой постанов-

ки опытов на кварцевых стеклах (получение «зеркального» ЦПЭ). Через сутки камеры снимали, стекла фиксировали 15 мин и окрашивали гематоксилин-эозином. Морфологическую обработку препаратов проводили по методике С. Б. Стефанова [1974а, б].

Результаты опытов демонстрируют наглядную картину изменения жизненного цикла «зеркальной» культуры клеток после 24-часовой экспозиции с клетками, подвергавшимися действию колцемида. Митотическая активность в «зеркальных» препаратах более чем в 2 раза превышает митотическую активность в контроле, что свидетельствует не только о передаче цитопатического действия (факт, установленный в наших ранее проведенных опытах), но и о возможности дистантно изменять жизненный цикл клетки. Количество ядер на единицу площади в «зеркальных» препаратах (параметр *Sp*) практически не отличается от этого параметра контроля). Вероятно, это указывает на одинаковую скорость образования монослоя в сравниваемых культурах клеток и одинаковое поведение культур в исследуемые сроки опыта. Митотическая активность опытных культур намного меньше, чем контроля и «зеркальных» препаратов. *Sp* опытных препаратов также значительно ниже (в 2 раза) контроля и «зеркального». Это связано с токсическим действием колцемида, а также с тем, что митотические клетки имеют слабый контакт с подложкой и легко смываются при вращении в барабане (на этом явлении основан один из методов получения синхронной культуры). Так как проявление феномена ДМВ в «зеркальной» камере, по нашим данным, запаздывает на 10—12 ч, то митотические клетки еще держатся на стекле и их в 2 раза больше, чем в колцемидной камере.

Всего проведено 180 экспериментов, из них 90 контрольных, в которых обнаружено наличие ДМВ между изолированными культурами ткани при действии концемида на клеточную культуру.

При 24-часовом оптическом контакте культуры клеток, обработанных колцемидом, с «зеркальной» культурой в 51 «зеркальной» камере (из 90) обнаружена четкая картина колцемидного блока, вызванного дистантным воздействием клеток индуктора, в которых развивается истинный процесс ингибирования полимеризации белковых субъединиц.

Количества ядер на единицу площади (показатель *Sp*) контроля и «зеркала» имеют разные значения, что свидетельствует о нормальном состоянии монослоя в контрольных и «зеркальных» камерах, в отличие от камер, в которые был внесен колцемид, вызывающий, по всей видимости, не только изменения митотического цикла, но и метаболические нарушения в клетках.

Подробнее передача изменений митотической активности исследуется минскими учеными В. А. Мостовниковым и И. В. Хохловым [1977]. Используя оригинальную методику биодетекции, они обнаружили угнетение и стимуляцию митотической активности в культуре-детекторе под действием электромагнитной волны, преломленной алюминиевым зеркалом, что полностью устра-

няет все сомнения о природе материального носителя информации при наблюдении ДМВ. В качестве экстремальных агентов они использовали излучение различных лазеров и химические мутагены (колхицин и диметилсульфат). В результате спектрального анализа показано, что длина волны излучения, вызывающего митотические изменения, лежит в диапазоне 250—500 нм.

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

При статистической обработке результатов наших исследований (табл. 3) мы рассматривали как противопоставляемые друг другу (альтернативные) состояния: положительный «зеркальный» эффект (+) и отрицательный (—). Необходимо оценить вероятность появления каждого из альтернативных признаков и значимость различия (или сходства) при воздействии различных факторов экстремальных агентов; каналов связи — кварцевое или простое стекло.

Альтернативные признаки выражаются в абсолютных значениях частот: m — число опытов с положительным «зеркальным» эффектом; $n - m$ — число опытов с отрицательным «зеркальным» эффектом, где n — общее число опытов; или в долях единицы: $p = m/n$; $q = 1 - m/n$; или в процентах от общего числа наблюдений. Как все биологические признаки значения, альтернативы варьируют, и поэтому к ним применимы законы вариации и статистические характеристики: среднее арифметическое ($\bar{p}$), ошибка

Таблица 3

Статистическая обработка результатов проявления «зеркального» ЦПЭ

Статистическая характеристика	Экстремальный агент					
	вирус Ad-5	вирус Коксаки А-13	вирус FPV	сулема	УФ-радиация (1 мин)	колцемид
Число опытов:						
всего	170	180	118	120	500	90
с положительным «зеркальным» ЦПЭ	122	131	92	94	389	51
Среднее арифметическое, %	72	75	78	78	78	57
Ошибка репрезентативности, %	3,4	3,2	3,8	3,8	1,9	5,3
Верхняя доверительная граница, %						
P-95	77	81	85	85	81	67
P-99,9	88	86	91	91	84	74
Нижняя доверительная граница, %						
P-95	65	69	71	71	74	47
P-99,9	61	64	65	65	71	40
Доверительный интервал, %						
P-95	6,6	6,2	7,4	7,4	3,7	10,3
P-99,9	11,2	10,5	12,5	12,5	6,2	17,4

репрезентативности $\left(m_p = \sqrt{\frac{p\,(100-p)}{n}}\right)$, определяющая погрешность оценки; доверительный интервал, в котором с определенной вероятностью находится генеральный параметр: $\bar{p} \pm tm_p$, где $tm_p = \Delta p$ — максимальная ошибка, с которой оценивается генеральная доля по данным выборочных наблюдений.

Результаты статистической обработки данных, полученных при использовании полиэтиленового черного фильтра, следующие: n — 30; m — 20;, p — 67%; m_p — 8,78%; p_+ — 84,9%; p_- — 58,2%.

Величина t (нормированное отклонение от среднего значения) определяется по специальным таблицам: так, для доверительной вероятности $P = 95\%$ (5%-ный уровень значимости) $t = 1{,}96$, а для $P = 99{,}9\%$ $t = 2{,}39$ [Лакин, 1973].

Вторая задача о значимости различия (или сходства) при воздействии различных факторов на конечный результат опытов решается с помощью особых критериев соответствия, называемых также критериями согласия. Одним из таких критериев, широко используемых в биометрии, является критерий χ^2, предложенный Пирсоном в 1901 г.

Полученные нами значения критериев χ^2 для распределений влияния на «зеркальный» эффект различных факторов (табл. 4) в несколько раз превышают критическое значение $\chi^2 = 10{,}8$ для 0,1%-ного уровня значимости [по Плохинскому, 1970]. Таким образом, можно утверждать, что с вероятностью 99,9% опытные распределения отличаются от всех контрольных. Следовательно, нужно признать закономерность появления «зеркального» эффекта лишь при воздействии любого из рассмотренных экстремальных агентов и наличии оптического контакта через кварцевые подложки. Кроме того, очевидно (табл. 5), что вероятность появления цитопатического «зеркального» эффекта даже с достоверностью 95% не зависит от природы экстремального агента, вызывающего гибель клеточного монослоя (так как критическое значение $\chi^2 = 3{,}8$,

Таблица 4

Результаты вычисления критерия χ^2 при определении отличия опытных и контрольных экспериментов

Условия контроля	Экстремальный агент					
	вирус Ad-5	вирус FPV	вирус Коксаки А-13	сулема	Уф-радиация (1 мин)	колцемид
Экстремальный агент, стекло простое	53,168	149,244	109,15	126,32	217,83	68,39
Без экстремального агента, стекло кварцевое	45,046	144,9	101,05	142,49	213,75	65,43
Без экстремального агента, стекло простое	45,046	131,71	101,05	124,48	217,83	54,32

Таблица 5

Результаты вычисления критерия χ^2 при определении сходства действия различных экстремальных агентов

Экстремальный агент	Вирус FPV	Вирус Ad-5	Вирус Коксаки А-13	Сулема	УФ-радиация	Колцемид
Вирус FPV		0,399	0,098	0,008	0,007	9,8
Вирус Ad-5	0,399		0,030	0,474	0,59	10,59
Вирус Коксаки А-13	0,098	0,030		0,142	0,168	10,48
Сулема	0,008	0,474	0,142		0,00002	14,5
УФ-радиация	0,007	0,59	0,168	0,00002		16,9
Колцемид	9,8	10,59	10,48	14,5	16,9	

а все полученные — намного меньше). При сравнении же воздействия колцемида (модель управляемого клеточного цикла) и других экстремальных агентов оказывается, что по критерию χ^2 распределения отличаются друг от друга, особенно для большого числа опытов (воздействие сулемы и УФ-радиации отличается от воздействия колцемида с достоверностью 99,9%).

Таким образом, результаты статистической обработки свидетельствуют о том, что «зеркальный» эффект нельзя считать случайной флуктуацией, причем эффективности действия всех экстремальных агентов относительно воспроизведения «зеркального» ЦПЭ достоверно не различаются. Эффект воздействия экстремального агента, управляющего митотическим циклом, несколько ниже, и хотя доверительные вероятности перекрываются, по критерию χ^2 можно утверждать, что различия существуют. При предварительном же облучении клеток детектора происходит достоверное повышение эффективности дистантных межклеточных взаимодействий.

На основании изложенных экспериментальных данных мы можем высказать предположение о природе описанной формы межклеточной связи. Нами показано, что тканевые культуры, разобщенные двойным слоем кварцевых или слюдяных подложек, ведут себя как единая система: если одна из культур поражается, например, вирусной инфекцией или УФ-радиацией, то вторая, казалось бы совершенно здоровая и независимая, через некоторое время воспроизводит изменения, наблюдаемые в первой культуре.

Изменения в незараженной «зеркальной» культуре-детекторе специфичны: клетки детектора в значительной мере копируют весь цикл превращений, происходящих в клетках культуры-индуктора. Однако такие морфологические признаки, как вирусные включения, в «зеркальной» культуре никогда не обнаруживались. Именно поэтому мы говорим о «чертах сходства и различиях» культуры индуктора и детектора.

Глава 5

СВОЙСТВА УНИВЕРСАЛЬНОСТИ И СПЕЦИФИЧНОСТИ ДИСТАНТНЫХ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Изучая феномен ДМВ в течение многих лет, мы смогли получить некоторые общие характеристики инфомационной электромагнитной межклеточной связи и вывести ряд закономерностей, относящихся к взаимодействиям электромагнитной полевой среды и живого вещества на клеточном уровне. Остановимся кратко на некоторых результатах этих исследований. Явление передачи специфической информации в системе двух тканевых культур обнаружено при взаимодействии всех исследованных нами первичных и перевиваемых клеточных культур. Это позволяет говорить о том, что мы, по всей видимости, имеем дело с общим биологическим явлением — своеобразной формой межклеточного взаимодействия. При наличии оптического канала связи между двумя изолированными тканевыми культурами существует дистантное взаимодействие, выражающееся в повторении морфологических признаков цитопатического процесса, индуцированного в одной из культур с помощью вирусов, двухлористой ртути и УФ-облучения, в другой, интактной, культуре ткани. Это явление и обозначено нами как «зеркальный» ЦПЭ.

Если сам факт взаимодействия отражает некоторое общее свойство клеток различных видов тканевых культур, находящихся в условиях действия разных цитопатических агентов, то морфологическое выражение этого возаимодействия («зеркальный» ЦПЭ) достаточно специфично для каждого из избранных экстремальных агентов.

При применении ингибитора клеточного цикла мы получаем в «зеркальной» культуре тот же процесс метафазного блока, что и в камере-индукторе. Эта модель уже иного толка, так как здесь идет передача информации не о гибели клеток монослоя, а об изменении клеточного цикла. При оценке морфологии основного и «зеркального» ЦПЭ, расшифровывая результаты опыта «вслепую», можно уверенно сказать, действию какого агента соответствует обнаруженная картина «зеркального» ЦПЭ (фото 15).

Доказательством специфичности ДМВ являются четкие отличия морфологии «зеркального» ЦПЭ, полученного на одной и той же линии клеток от контакта с клетками-индукторами, подвергнутыми воздействию разными экстремальными агентами. Речь идет о том, что на одной и той же культуре ткани морфологические критерии, например, вирусного и ультрафиолетового «зеркального» ЦПЭ совершенно различны. Этот факт особенно демонстративен на кинокадрах при цейтраферной микрокиносъемке, где видна динамика морфологических изменений.

Специфичность дистантного взаимодействия доказывается тем, что в случае сдвига функционального состояния культуры-индуктора, характеризующегося не гибелью, а торможением деления и роста клеточного монослоя в «зеркальной» культуре, повторяются те же принципиально отличные от гибели сдвиги (модель управляемого митотического цикла). Наконец, при сравнительной визуальной оценке цитологом исходной и «зеркальной» культур одной линии клеток на ряде моделей с различными экстремальными агентами (например, вирус сулема, УФ-облучение) не представляет особого труда заметить черты сходства исходной и «зеркальной» культур относительно экстремального агента и четкие различия между разными «зеркальными» эффектами относительно разных агентов.

Постоянный контроль за состоянием клеточной культуры и статистическая оценка вероятности возникновения «зеркального» ЦПЭ исключают наличие артефакта. Описанное явление дистантной связи наблюдалось более чем в 12 000 пар камер. Вероятность появления положительного «зеркального» эффекта 65—85% (для 95% доверительной вероятности). Закономерность проявления «зеркального» ЦПЭ и его универсальность подчеркиваются статистическим определением по критерию Пирсона эффектности действия трех видов вирусов, сулемы и УФ-радиации: она оказалась одинакова, вероятность же проявления «зеркального» эффекта при управлении митотическим циклом ниже, чем при действии летальных экстремальных агентов ($57 \pm 5{,}3\%$), а по критерию χ^2 можно утверждать, что существуют различия в дистантной передаче ЦПЭ и управлении митотическим циклом. В том случае, когда «зеркальный» ЦПЭ развивался в результате контакта с клетками ткани, пораженными одним из вирусов, в культуральной жидкости и в клетках «зеркальных» камер вирус не обнаруживался даже при трехкратном пассировании. Иммунологические тесты выявления вирусных антигенов в «зеркальной» ткани были отрицательными.

Таким образом, дистантные взаимодействия, выявленные при использовании вирусов, обусловлены индуцированными особенностями метаболизма «зеркальных» клеток, приводящими их к гибели по законам, свойственным метаболическим нарушениям, сопровождающим, по всей видимости, вирусную инфекцию. При этом в «зеркальной» культуре вирус отсутствует. В контрольных экспериментах, когда «зеркальный» ЦПЭ развивался в результате контакта с клетками ткани, пораженными одним из вирусов, в культуральной жидкости и в клетках «зеркальных» камер вирус не обнаруживался даже при трехкратном пассировании. Иммунологические тесты на выявление вирусных антигенов в «зеркальной» ткани были отрицательными. С одной стороны, это свидетельствует об отсутствии лабораторного загрязнения «зеркальной» культуры вируса, с другой — о том, что вирусоподобный «зеркальный» ЦПЭ может быть индуцирован дистантно в интактных клетках в отсутствие самого вируса.

Обнаруженное с помощью биологического детектора ДМВ, полученное нами при наличии оптического контакта, т. е. через кварцево-слюдяные подложки и плоские фильтры, не проявляется при световых помехах и при применении металлической фольги. Возможно, мы имеем дело с выявлением новых механизмов информационных шумов или информационной «интоксикации» в биосистемах. Подобное явление, вероятно, может иметь место и в циркулирующих тканевых структурах (кровь, лимфа). Отсюда можно предположить, что взаимодействие осуществляется посредством электромагнитного излучения соответствующего диапазона. Действительно, при применении в качестве подложек обычного стекла, поглощающего электромагнитное излучение в ультрафиолетовой области спектра, «зеркальный» эффект не развивается. С увеличением толщины кварцевых подложек «зеркальный» эффект также пропадает, что свидетельствует о малой интенсивности сигнала. Одновременно с получением «зеркального» ЦПЭ в клеточных культурах-детекторах нам удалось зарегистрировать электромагнитное излучение клеток культуры ткани, идентичной культуре-индуктору, применяя в качестве детектора фотоэлектронные умножители (ФЭУ-39, ФЭУ-42, ФЭУ-130).

Показано, что клетки культуры ткани испускают кванты электромагнитного поля в области чувствительности ФЭУ. Характер изменения интенсивности в течение 3—12 ч зависит от условий проведения экспериментов: введения экстремального агента, наличия освещения и т. д. Использование цейтраферной микрокиносъемки позволило отметить характерную зависимость ДМВ от стадии развития исходного процесса. Следовательно, описанные межклеточные взаимодействия в тканевых культурах, по-видимому, обязаны механизму, в основе которого заложены возможности специфического управления тем или иным процессом. Вряд ли правильно было бы считать, что сигналы о гибели клеток выполняют лишь функцию «включения» реакции, т. е. начального (зонального) сигнала, как это наблюдается, вероятно, в митогенетическом эффекте А. Г. Гурвича. Ясно, что процесс митоза запрограммирован в самой клетке, и если подобрать селективное воздействие, которое обладает свойством включения этой программы, то весь последующий процесс самого митоза организуется уже самой клеткой изнутри [Конев, 1965].

В проведенных опытах совершенно иное положение дела. Вряд ли допустимо предположение о том, что цитопатический эффект, т. е. болезнь и гибель клеток под влиянием вируса, запрограммирован в самих клетках. Следовательно, для того, чтобы клетка воспроизвела весь цикл «мнимого поражения» вирусом от первоначальных стадий вплоть до ее гибели, одного пускового сигнала уже недостаточно, требуется длительное постоянное воздействие на клетку каких-то факторов, которые специфически направляли бы и изменяли ее обмен от начала до конца.

Для воспроизведения «зеркального» ЦПЭ необходимо контактировать пораженную культуру с интактной не менее 4—6 ч.

После этого культуру можно разъединить, но в «зеркальной» тканевой культуре пройдет цитопатическая волна со всеми характерными эволютивными морфологическими признаками «зеркального» ЦПЭ. Однако масштаб «зеркальной» дегенерации при этом ограничен, и по истечении 2—3 сут после разъединения монослой восстанавливается, а дегенерировавшие клетки исчезают в результате лизиса.

Интересен факт, что минимальное время контакта для воспроизведения «зеркального» ЦПЭ и равное 4—6 ч, совпадает с периодом, необходимым для синтеза вирусной мРНК в инфицированной клетке, и с периодом развития паранекроза (по тесту гранулообразования) в клетках при отравлении сулемой.

Можно думать, что механизмы, запускающие «зеркальный» ЦПЭ, формируются в течение 4—6 ч воздействия агента на клетку. Однако этот период контакта между пораженной и интактной культурами недостаточен для необратимой «зеркальной» деструктивной реакции. Для того чтобы «зеркальный» ЦПЭ проявился в полной мере, необходим постоянный контакт пораженной и непораженной ткани.

В наших исследованиях по накоплению флюорохрома акридинового оранжевого (АО) в клетках, отражающего проницаемость лизосомальных мембран, было показано, что уже через 2 ч количество АО в лизосомах клетки «зеркальной» камеры (детектора) на 61 ± 10% превышало количество красителя в лизосомах контрольных клеток. При этом реакция «зеркальной» культуры была общей, т. е. все клетки монослоя обладали одинаковой способностью накапливать краситель в лизосомах. Затем это отличие уменьшалось, и через 24 ч контакта накопление красителя в «зеркальных» и контрольных камерах достоверно не отличалось в течение следующих 24 ч и вновь изменялось через 72 ч, резко возрастая (на 300%) в тех камерах, где начиналась специфическая дегенерация клеток монослоя и проявлялся «зеркальный» ЦПЭ. В тех камерах, где количество красителя достоверно не отличалось от контроля, «зеркальный» ЦПЭ не наблюдался.

Нами проведены исследования видовой и тканевой специфичности электромагнитного канала связи. Получены экспериментальные данные, подтверждающие информационную роль собственных электромагнитных излучений клетки в гомологичных тканевых культурах, поэтому закономерно возникает вопрос: насколько специфичны электромагнитные сигналы от клеток различного происхождения и могут ли клетки одной природы воспринять оптические сигналы, испускаемые клетками другой природы.

Подбор культуры тканей, служащих индуктором или детектором, осуществляли исходя из их видового, тканевого и органного происхождения. С этой целью сопоставили клетки разных тканей одного вида животного, а также клетки одной ткани, но разных видов животных; исследовали эффект ДМВ в клетках из одного и того же органа, но у животных различных видов. Кроме того,

важно было определить, осуществляется ли передача «зеркального» ЦПЭ внутри злокачественных линий культуры ткани или между злокачественными и доброкачественными тканями.

В исследованиях использованы методы биологического детектирования. В качестве клеток одного вида были выбраны следующие клеточные культуры: первично трипсинизированные фибробласты эмбриона человека (ФЭЧ) и клетки глаза эмбриона человека (ГЭЧ), перевиваемые линии эпителия амниотической оболочки человека (Fl и AMH), перевиваемая линия клеток эмбриона почки человека (RH), перевиваемая культура эпителиальных клеток раковой опухоли шейки матки человека (HeLa), перевиваемые клетки карциномы гортани человека (HEp-2).

Межвидовые представители культуры ткани: первично трипсинизированные ФЭЧ, перевиваемые линии клеток паховых желез обезьяны (ПАО), мышиные фибробласты (α), почечный эпителий эмбриона свиньи (СПЭВ), почка эмбриона человека (RH). Злокачественные линии культур тканей: перевиваемые культуры эпителиальных клеток рака шейки матки человека (HeLa), перевиваемые клетки раковой опухоли гортани человека (HEp-2).

Культуру-индуктор подвергали либо заражению вирусом куриной чумы (FPV), аденовирусами 5-го и 7-го типов, либо облучению ультрафиолетом, либо поражали раствором двухлористой ртути. Детектором служила одна из вышеперечисленных интактных культур ткани, гетерологическая по отношению к зараженной, называемая нами «зеркальной». Культура-детектор и зараженная культура были полностью разобщены в специально изолированных камерах с автономной для каждой системы клеток питательной средой. Полученные нами данные представлены в табл. 6, из которой видно, что клетки гомологичных тканей способны к воспроизведению ДМВ с высоким процентом «зеркального» ЦПЭ (62—83%); взаимодействия же в гетерогенных парах клеточных культур проявляются не всегда: в перевиваемых злокачественных линиях HEp-2, HeLa в 23—30% мы получили «зеркальный» ЦПЭ, наличие канала связи, видимо, можно отнести за счет того, что обе ткани злокачественной природы от одного вида (человека). Там же обнаружено наличие связи между двумя эпителиальными почечными линиями (от 12 до 14%) и между перевиваемыми линиями почки и злокачественными линиями (6—12%).

Таким образом, «зеркальный» ЦПЭ максимально проявляется в парах из гомологичных клеточных культур, а слабее — в близкородственных и злокачественных клетках. В гетерогенных клетках, генетически далеко отстоящих друг от друга (видовые различия, например), «зеркального» ЦПЭ нет.

Полученные данные указывают на то, что эти взаимодействия имеют черты биологической специализации. Далеко отстоящие виды обладают ограниченными и «запрещенными» возможностями электромагнитного общения. Здесь можно предположить, что обнаруженный тип межклеточных взаимодействий, имея жизнен-

Таблица 6

Реализация ДМВ в клеточных гетерогенных системах (сводная таблица проявления «зеркального» ЦПЭ), %

Культура-индуктор	Культура-детектор											
	ФЭЧ	КЭ	HEp-2	HeLa	ПАО	СПЭВ	L	Fl	RH	АМН	ГЭЧ	МК
ФЭЧ	73	0	0	0	0	0	0					0
КЭ	0	73										
HEp-2			70	30	0	0	0	0	14			20
HeLa	0	0	23	70	0				6			
ПАО			0		63			0				
СПЭВ			4			81			14			33
L	0		0				68					
Fl			0	0	0			70				
RH	0		16	6	12				75	0	0	
АМН									0	70	0	
ГЭЧ									0	0	60	
МК	0		40		33							76

Примечание. Ряд клеток этой матрицы не заполнен, так как эксперименты продолжаются; по мере заполнения матрицы удастся описать более полно биологические специфические характеристики дистантного канала межклеточных взаимодействий.

но важный смысл, формировался в процессе эволюционного развития по типу соответствия приемника и источника информационного сигнала.

Накоплено достаточно фактов, свидетельствующих о том, что на основе межклеточных взаимодействий строится не только развитие многоклеточного организма (которое и начинается с взаимодействия двух клеток-гамет), но и его жизнедеятельность как целого. Практически все регуляторные механизмы в многоклеточном организме функционируют посредством взаимодействия клеток.

Межклеточные взаимодействия на разных этапах индивидуального развития многоклеточного организма выступают как ведущий механизм формирования клеточных систем, обладающих пространственно-временной упорядоченностью, и являются ведущим фактором системогенеза в клеточных ассоциациях. Накопленные в последние годы данные о существующей структурно-функциональной гетерогенности клеточных популяций, которые ранее счита-

лись достаточно однородными (миокардиоциты желудочков сердца, гепатоциты печени и т. п.), ставят вопрос о том, что кооперативное поведение этих клеточных систем, по-видимому, строится на базе межклеточных взаимодействий.

П. Вейс считал, что «взаимодействие между клетками служит средством, при помощи которого клеточное сообщество организма создает и поддерживает гармоничность своей организации... взаимодействие между клетками — это практически все, что совершается в организмах» [1961, с. 177].

По литературным данным в настоящее время складывается представление о том, что взаимодействие клеток имеет сложный характер и осуществляется, по всей видимости, несколькими способами [Кулин, 1959, 1965, 1968; Конев, 1965; Божкова и др., 1970; Туманишвили, 1970; Языков, Вязов, 1970; Косицкий, Ревич, 1975; Конев, Мамуль, 1977; Терци, 1977; Ямбастиев и др., 1977; Лопашев, Хоперская, 1979; Казначеев, Михайлова, 1981; Васильев, Маленков, 1982; Popp, 1979a, b]. Предложено несколько теорий и еще больше гипотез о межклеточных взаимодействиях.

«Химические» теории межклеточных взаимодействий оказались наиболее многочисленными и общепринятыми. Они выявляют конкретные химические факторы, несущие информационную функцию в межклеточных взаимодействиях, и им в последнее десятилетие посвящено много исследований. В работах М. Терци [1977] *обсуждался вопрос «о возможной системе жесткого контроля»* со стороны некоторых химических веществ (например, гормонов, халонов и т. д.). Дж. Иберт, в свою очередь, подчеркивал, что имеются данные, указывающие на то, что «клетки эмбриональных тканей продуцируют и выделяют внеклеточный продукт, который обеспечивает связывание и способствует ориентации клеток при гистогенезе. При этом подходе все усилия сосредоточиваются на изоляции молекул, способных стимулировать тканеспецифичную агрегацию. Однако подчеркиваем еще раз, что мы ничего не знаем о природе таких факторов, от происхождения и локализации внутри клетки или на ее поверхности» [1968, с. 156]. Выдвигается теория «эмбриональной индукции», в которой предполагается, что между индуктором и индуцируемой системой происходит перенос химических веществ, но природа и специфичность этих веществ изучены слабо [Туманишвили, 1970; Терци, 1977]. До сих пор проведено очень мало строгих биохимических исследований, необходимых для того, чтобы пролить свет на природу индукторов.

Г. И. Косицким и Г. Г. Ревичем [1975] развивается гипотеза о том, что между клетками может происходить постоянный обмен макромолекулами (белка и РНК), несущими специфическую информацию. Каждая клетка многоклеточного организма утрачивает способность к жизни в качестве отдельного существа, но совместно с другими клетками приобретает способность выполнять определенные высокоспециализированные функции в совер-

шенстве. Непрерывный обмен макромолекул представляет собой особый тип коррелятивных связей в организме [Косицкий, Ревич, 1975]. Поступившие в клетку макромолекулы, являясь готовыми строительными белками клеточных структур, кроме того, несут определенную специфическую информацию от клетки к клетке. Эта информация необходима для поддержания дифференцирования клетки, сохранения ее структуры и способа взаимодействия с другими клетками организма.

Согласно гипотезе М. Тейлора и П. Вейса, межклеточные взаимодействия осуществляются за счет взаимной комплементарности макромолекул на их поверхность, т. е. это взаимодействия типа антиген — антитело. Их иммунологические аспекты (иммунологические гипотезы) играют большую роль в изучении явлений реассоциации. В некоторых тканях установлено существование дифференцированных аллоантигенов, которые распределены по определенной схеме на клеточной поверхности. Ф. Бернет [1964, 1971] считает, что процессы иммунитета существуют для регулирования развития и для сохранения и обеспечения целостности организма, а не только для защиты организма от чужеродных антигенов. Некоторые исследователи полагают, что антиген по своей природе индуктор, а весь процесс эмбриогенеза представляет собой по существу иммунологический процесс [Вязов, 1961].

Гипотеза о контактных механизмах межклеточных взаимодействий развивается П. Вейсом [1961], Ю. М. Васильевым, А. Г. Маленковым [1982] и др. Ю. М. Васильев и А. Г. Маленков, обсуждая вопросы, связанные со структурой межклеточных контактов, приводят данные о процессах агрегации клетки и об избирательном слипании клеток друг с другом.

Рассмотренные точки зрения скорее всего не исключают, а, наоборот, дополняют друг друга: живая природа использует различные типы межклеточных взаимодействий, оптимальные для взаимодействующих клеток и внешних условий. Множество вопросов, касающихся межклеточных взаимодействий, лишь поставлено; чем больше углубляются наши знания о специальных биофизических и биохимических функциях компонентов клетки, тем очевиднее становится исключительная важность организации биосистемы как целого и взаимодействие клеток и клеточных ассоциаций. Эти координированные во времени и пространстве межклеточные взаимодействия обусловливают динамические регуляторные и адаптивные свойства биологических систем. Межклеточные взаимодействия принимают участие в регуляции биосинтетических возможностей клетки, активируя или ингибируя метаболические реакции, в процессе которых образуются продукты, необходимые не самой синтезирующей клетке, а клеткам других, удаленных от нее частей организма. Изучение биологической роли и конкретных механизмов различных типов межклеточных взаимодействий как одного из уровней передачи информации в живых системах приближает нас к раскрытию, моделированию и

даже коррекции многих явлений и особенностей живых организмов.

На основании ряда теоретических соображений в экспериментальных доказательствах в биологии постулируется существование сопряженных реакций: одновременное осуществление биохемилюминесцентной и биофотохимической реакций. Согласно этой гипотезе, биофотохимическая реакция может быть запущена отдаленными излучениями биофотонов. Эти биофотоны могут также использоваться в усилении какой-либо биофотохимической реакции. Соответственно гипотезе, которую развивает С. Сунг [Sung, 1979] в течение нескольких лет, осуществляется коммуникация между клетками за счет связывания биохемилюминесцентной реакции с биофотохимической. Этот феномен он считает механизмом клеточной коммуникации. В то же время Ф. Поппом [Popp, 1979b] и его школой предложена биофотоновая концепция; им отмечается, что излучение может быть использовано в живой системе для межклеточной связи и, возможно, для передачи генетической информации, так как клетки в основном испускают фотоны до митоза и испускают вторичное излучение с групповой скоростью 10 м/с. Пролиферирующие клеточные культуры излучают интенсивнее, чем культуры, у которых прекратился рост. Экспериментальные факты привели Ф. Поппа к выводам, что биологические системы обладают способностью запасать и перерабатывать когерентные фотоны, поступающие из внешнего мира.

В 1965 г. В. П. Казначеев предположил, что биологическую систему можно представить как неравновесную фотонную констелляцию, которая существует за счет постоянного притока энергии извне. Белково-нуклеиновые структуры в клетках сосуществуют в единстве до тех пор, пока их объединяет фотонная констелляция, которая составляет информационно-регулирующую систему клетки с колоссальным запасом надежности. Квантовая информация записана в химических соединениях клетки и извлекается из них в результате биохимических превращений, которые возбуждаются, в свою очередь, предшествующими потоками информации. Последние существуют как внутри клетки, так и могут быть поданы в нее извне. Носителем информации в биологических системах могут быть кванты электромагнитного поля, или биофотоны. Исследования, проводившиеся на основании этого предположения, свидетельствуют об универсальном характере электромагнитной информационной связи и широком использовании электромагнитного канала в передаче информации в живом веществе.

По-видимому, мембрану клетки можно представить как основную структуру-носитель неравновесной фотонной констелляции (множественных электромагнитных полевых констелляций), существующей за счет постоянного притока энергии извне. Высокоорганизованные макромолекулярные структуры мембраны клетки сосуществуют в единстве, пока их объединяет специфическая фо-

тонная констелляция. Электромагнитное поле составляет информационно-регулирующую систему мембраны клетки. Из этого положения следуют новые пути изучения мембраны как единого макромолекулярного процесса, порождающего взаимодействие с фотонной констелляцией, а она, в свою очередь, взаимодействует с макромолекулярными процессами.

Учитывая астрофизические данные о масштабности фотонных потоков во Вселенной (реликтовое излучение и т. д.) и сопоставляя их с данными о биофизическом значении слабых электромагнитных излучений для процессов в живом веществе, можно высказать предположение о периодическом или постоянном взаимодействии космических и биофизических фотонных потоков на различных этапах эволюции Вселенной, и притом в многообразной форме. Поэтому одна из рабочих гипотез, на которую мы можем опираться, состоит в том, чтобы рассматривать фотонные констелляции, возникающие в межклеточных взаимодействиях, не как проявление вторичного способа передачи биологической информации, а как некоторый первичный фундаментальный субстрат самой жизни. Из этой гипотезы вытекает, что в организованности живого вещества фундаментальное значение имеют поля различной природы, о чем будет сказано в следующей главе.

Глава 6

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ БИОСИСТЕМ

Проблема адаптации (приспособления биосистемы к окружающей среде) приобретает все большее значение, и изучение адаптации на всех уровнях организации биосистемы (популяционном, организменном, органоклеточном и т. д.) еще недостаточно, хотя именно адаптационные процессы занимают ключевые позиции и в здоровье, и в патологии. В глубоком изучении адаптационных механизмов биосистемы кроются перспективы дальнейшего развития не только биологии, но и медицины.

Механизмы адаптации биологической системы к адекватным условиям среды есть результат длительной эволюции и онтогенеза. К ним данный организм (система) адаптирован в процессе филогенеза. Чтобы отграничить процессы жизнедеятельности в адекватных и неадекватных условиях, необходимо уточнить, что среда, соответствующая феногенетическим свойствам системы в данный момент, определяется как адекватная, а не соответствующая этим потребностям — как неадекватная. Если биосистема вследствие изменений внешней среды перестраивается так, что

приобретает новые свойства к существованию в неадекватных условиях, то такой процесс жизни или взаимодействия со средой обозначается как адаптация. Указанный процесс реализуется и в цепи поколений, и на уровне отдельных организмов. Если времени для такой перестройки недостаточно или факторы настолько контрастны, что перестройка невозможна, биосистема «изменяет» свою стратегию и ценой потери тех или иных структур и жизненных функций пытается «выполнить» не программу-максимум (конечную цель), а программу-минимум, т. е. сохранить свою жизнь при любых обстоятельствах.

Итак, адекватными необходимо считать условия внешней среды, соответствующие гено-фенотипическим потребностям организма в данный момент его существования, тогда неадекватными являются условия среды, не соответствующие в данный момент гено-фенотипическим свойствам организма как биосистемы.

Жизнедеятельность биосистемы в неадекватных условиях среды требует включения дополнительных механизмов (процессов).

Из физиологии и патологии хорошо известно, что между физиологическими и патологическими категориями жизнедеятельности, как правило, не удается определить четкой грани. Из вышеизложенного следует, что процесс жизнедеятельности биосистемы в неадекватных условиях среды с сохранением оптимального соотношения жизненных функций, способности к труду и обучению и есть особый биологический феномен, называемый обычно адаптацией.

Таким образом, адаптация (приспособление) на биологическом уровне — процесс сохранения и развития биологических свойств вида, популяции, биоценозов, обеспечивающий прогрессивную эволюцию биологических систем в неадекватных условиях среды; на организменном уровне — процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем и организма в целом, обеспечивающего его сохранение, развитие, работоспособность, максимальную продолжительность активной жизни в неадекватных условиях среды.

Нельзя согласиться с утверждением, что адаптация — это процесс уравновешивания или поддержания равновесного состояния организма и среды. Напротив, это активное поддержание необходимого уровня неравновесности организма и среды, поддержание устойчивого состояния означает прекращение эволюции и активной жизнедеятельности.

Если выявляются недостаточность компенсаторно-приспособительных механизмов и их нарушение, то возникает новое качество — патология процессов адаптации [Казначеев, 1980; Чернух и др., 1982].

Если биосистема в экстремальных условиях истощается и это угрожает потерей наиболее важных резервов в обеспечении целей высших рангов и даже самой жизни, то наступает организованная минимизация жизни, часть функций или структур активно выключаются из сферы контроля. Внешне такие реакции проявляются

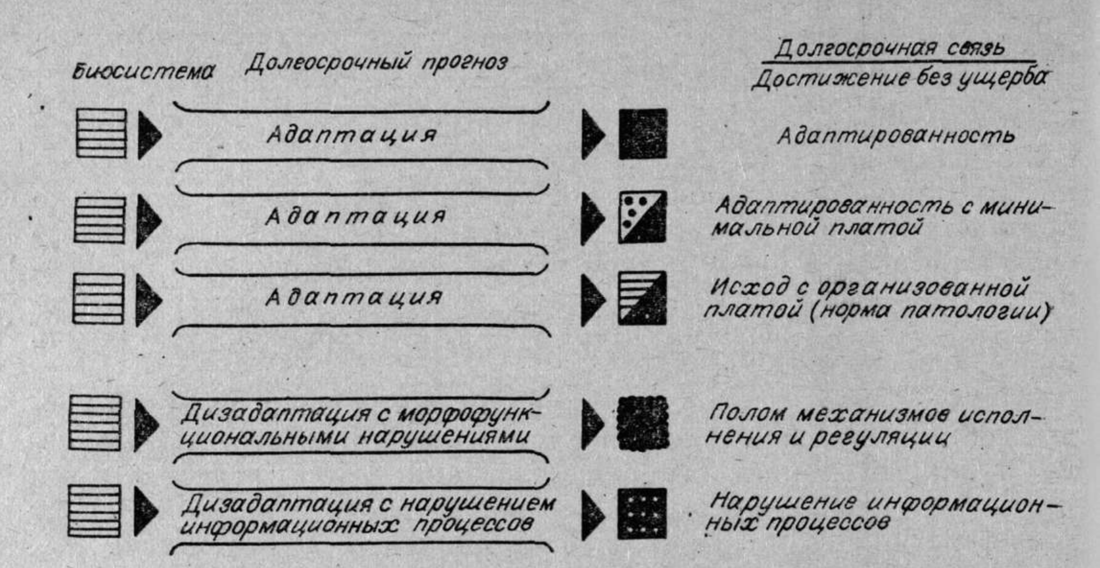


Рис. 8. Основные типы нарушений процессов длительной адаптации биосистемы.

как некий патологический процесс, или болезнь. Это и есть приспособление через болезнь, сохранение жизни за счет дорогой платы. Такая «патология» в вынужденных условиях жизни определяется самим организмом в оптимальном для него варианте, и, несомненно, решающая роль при этом принадлежит центральной нервной системе. Такого рода «патологии» мы еще выделять и диагностировать не умеем. Поиски критериев ее развития — важнейшая задача общей патологии и патофизиологии. Это тем более важно, что пути профилактики, лечения и восстановления патологии подобного рода должны отличаться своими закономерностями. Такая группа патологических процессов и может быть названа болезнями адаптации. Возможно, большая часть болезней человека и животных обусловлена другими закономерностями: не предвиденными самой биосистемой, непрогнозированными поломами, истощением и декомпенсацией. Здесь нет организующей роли нервной системы в указанном выше смысле. Это полом. Вся рассматриваемая группа патологических процессов может быть отнесена к болезням дизадаптации. Часть патологических процессов данной группы причинно обусловливается вмешательством в информационные механизмы (дезинформации) генетического и негенетического уровней. Профилактические, лечебные и восстановительные мероприятия этих болезней также будут отличаться определенной специфичностью (рис. 8).

Предлагаемая классификация процессов адаптации, дизадаптации и патологии адаптации может иметь важное существенное значение с точки зрения оценки информационной роли естественных ЭМП, в которых находится данная биосистема (организм), а также в поисках коррегирующих воздействий, путем изменения информационных световых потоков внутри организма. Речь идет о возможном применении и гипомагнитных сред (установок, ка-

мер), использовании отдельных частот слабых мощностей и их сочетаний с высокой (информационной) значимостью общего и локального применения (направленные электромагнитные потоки, излучатели, лазеры, селективные экраны).

Наш опыт подтверждает известное по литературе использование локальных облучений точек акупунктуры в терапевтических целях.

Таким образом, если оценивать жизнедеятельность организмов относительно внешних условий, которые делятся на адекватные и неадекватные, то следует выделить качественно различные состояния: физиологическое, напряжения, адаптационное и патологическое.

Недостаточность механизмов адаптации будет означать снижение надежности биосистемы, развитие новой формы жизнедеятельности, которая рассматривается как болезнь.

Процесс компенсации есть один из способов обеспечения процесса адаптации в неадекватных условиях среды или при патологических состояниях.

Процесс адаптации определяется биосистемой, факторами среды и механизмами их взаимодействия. При оценке любого из них требуется принимать во внимание свойство целенаправленности биосистем, которое зависит от реализации их конкретных генетических программ. Последнее требует разъяснения.

На понятии целенаправленности строится вся совокупность системных описаний, которые учитывают цели в поведении системы. Ведущим фактором в развитии организмов является закон прогрессивного развития вида (популяции). Вид следует рассматривать как относительно самостоятельную структуру (организм), взаимодействие с которой в природных условиях образует сложные суперсистемы — биогеоценозы, а человек — антропобиогеоценозы и ноосферу.

Определение процесса адаптации с учетом принципа целенаправленности будет зависеть от исходных критериев.

В термодинамических критериях адаптация — процесс поддержания оптимального уровня неравновесности (негэнтропии) биологической системы в неадекватных условиях среды, обеспечивающий максимальный эффект внешней работы [Бауэр, 1935], направленный на сохранение и продолжение ее жизни.

В кибернетических критериях адаптация — процесс самосохранения и саморазвития саморегулирующейся системы в неадекватных условиях среды, выбор функциональной стратегии, обеспечивающей оптимальное выполнение главной конечной цели поведения биосистемы.

В биологических критериях адаптация — процесс сохранения и развития биологических свойств вида, популяции, биоценозов, обеспечивающий прогрессивную эволюцию биологических систем в неадекватных условиях среды.

В физиологических критериях адаптация — процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем и орга-

низма в целом, обеспечивающий его сохранение, развитие, работоспособность, максимальную продолжительность жизни в неадекватных условиях среды.

Уровень функционирования биосистем в каждый данный момент есть реализация двух программ в их взаимодействии. Необходимо отметить, что закон Э. Бауэра [1935] «максимум эффекта внешней работы» в свете изложенного требует более внимательного рассмотрения [Казначеев, Субботин, 1971]. Необходимо учитывать отдаленные витальные цели индивида, популяции, вида.

Если отношение количества энергии, которое биосистема тратит во внешней среде, к определенному ее количеству, полученному из среды, оценивать без учета распределения этой энергии на два потока: на внешнее функционирование и на восстановление [Меерсон, 1973], то закон Э. Бауэра становится универсальным. Однако это не так. Биосистема, в которой в данный момент большая доля отчисляется на внешнюю деятельность (эффект максимума), не всегда может иметь преимущество в выживании (в процессах адаптации) в неадекватных условиях, особенно если последние сохраняются в микроинтервалах времени. Отсюда биосистема, в которой на процессы восстановления отчисляется большая доля энергии, может иметь больше шансов на выживание и продолжение рода.

Соотношение потоков энергии и потоков информации в процессах адаптации требует специальных исследований [Уотермен, 1971; Меерсон, 1973; Казначеев, 1980].

При этом важно выяснить: 1) соотношение распределения потоков энергии, их физиологические колебания (биоритмы); 2) нарастание эффекта максимума внешней работы за счет снижения энергетического обеспечения процессов восстановления (синтез, регенерация); 3) уменьшение эффекта максимума внешней работы за счет снижения его энергетического обеспечения и перераспределения потоков энергии для процессов восстановления.

Функционально-временную структуру потоков информации, энергии, материалов, обеспечивающую оптимальный уровень морфофункциональной организации биосистем в неадекватных условиях среды, можно характеризовать как стратегию адаптации.

При чрезвычайной изменчивости среды выраженные колебания неадекватных условий биосистемы должны обладать высоким запасом прочности. В условиях длительного воздействия неблагоприятных факторов наиболее устойчивыми будут системы, способные продолжительное время поддерживать в напряжении необходимые адаптивные механизмы.

Возникновение механизмов адаптации в филогенезе и классификация этих процессов представлены в работах И. В. Тимофеева-Ресовского [1960] и др.

При классификации процессов адаптации следует учитывать: 1) факторы среды (физические, химические, психические, социально-психологические, бактериально-вирусные); 2) свойства организма (возраст, пол, национальность и др.); 3) характер адапта-

ционных перестроек в разных системах биорегуляций (прежде всего это нервная, гормональная, иммунная и другие системы) и по всем уровням гомеостатических систем (сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и т. д.); 4) уровень организации биосистемы (орган, микрорайон, клетка, макромолекулярные структуры). Биофизические механизмы можно рассматривать, начиная с молекулярно-клеточного уровня организации и кончая организменным [Сент-Дьерди, 1971].

Р. Эшби [1964] подчеркивает, что адаптивное поведение эквивалентно поведению стабильной системы, область стабильности которой совпадает с той областью фазового пространства, в которой все существенные переменные не выходят за пределы нормы.

Важно отметить, что противоречивость в определении явления адаптации лишь внешняя, она означает, что данный феномен — предмет исследования многочисленных научных направлений, в каждом из которых, естественно, дается определение в рамках его компетенции. Таким образом, феномен «адаптация» есть одно из фундаментальных и универсальных свойств биосистемы [Казначеев, 1980].

Важно подчеркнуть, что в животном мире процесс эволюции отражает адаптацию через изменчивость, отбор и наследственность, где наиболее важен феномен изменчивости (источник новых свойств биосистем), т. е. на уровне популяции (вида) важны процессы изменчивости (движущая форма естественного отбора [по Шмальгаузену, 1968]).

На уровне индивида главным является процесс поддержания стабильности основных жизненных констант организма или переход в неадекватных условиях на иную стратегию функционирования.

Среди биологов-дарвинистов признано, что жизнедеятельность организмов в процессе эволюции характеризуется прогрессивной направленностью, развитием от простейших форм к высшим организмам. Последние в результате эволюционных преобразований не только приобрели более сложную морфофизиологическую организацию, но и в сообществе таких организмов помимо биологических связей постепенно возникли и развились социальные взаимоотношения.

В процессе эволюции морфофункциональные преобразования путем естественного отбора начинались с того момента, когда прежняя организация, лишенная предадаптивных качеств, не могла обеспечить приспособление к имеющимся условиям внешней среды. Однако на современном этапе еще нельзя сказать, что имеющиеся филогенетические построения, основанные главным образом на результатах эволюционной морфологии, давали бы достаточно полное основание для понимания принципов адаптивного поведения живых организмов.

Биологи рассматривали и рассматривают приспособительные процессы в эволюционно-историческом аспекте. В их исследованиях процессы приспособления (адаптации) животного мира,

сохранения и развития видов выявились в законах онто- и филогенеза.

Генетические механизмы изменчивости, механизмы отбора и наследования признаков рассматривались в качестве ведущих. Индивидуальные признаки, главным образом морфологические, анализировались с точки зрения их значимости относительно сохранения и развития видов. Такое толкование процессов адаптации мы находим у Ч. Дарвина и его последователей, утверждающих, что феномен адаптации — существенное условие жизнедеятельности организмов. Они лишь указали на глубинные, пока до конца не установленные закономерности развертывания фенотипических признаков, соответствующих или не соответствующих конкретным условиям среды. Феноменологически индивидуальные фенотипические признаки и их адаптивные комбинации исследовались физиологами и патофизиологами. Последними анализировались особенности физиологических функций у животных и человека при значительном изменении внешних факторов.

Если признать справедливым утверждение, что биология как наука о жизни занимается исследованием фундаментальных свойств биологического мира и возможностей управления им, то наиболее перспективными путями исследований следует считать системный подход, сформулированный в работах Л. Берталанфи [1969], К. Шеннона [1963], К. Уодингтона [1954], П. К. Анохина [1958] и др. В целом обобщенная концепция о значении системного подхода в биологии хорошо сформулирована В. А. Энгельгардтом в 1970 г. в свете идей интегратизма.

Само понятие «биологическая система» требует уточнения. Это определение распространяется лишь на «организмы», обладающие способностью самостоятельного развития и существования,— биосферу, биогеоценоз, вид, популяцию, индивид, клетку, т. е. биосистемы, отражающие определенные, квантовые уровни организации биологического мира.

Биосистема — это объективно существующая форма организации живой материи, способная обращать различные виды энергии на поддержание и развитие собственной структуры с возрастанием неравновесности (негэнтропии) и эффекта максимума внешней работы.

Все биосистемы в рамках указанного определения целенаправлены [Анохин, 1958]. Любое изучение биосистемы без учета этого принципа не может дать правильной оценки и характеристики системы. Достижение конечной цели каждой биосистемой пластично. Пластичность определяется, с одной стороны, функцией управляющих систем (a, b, c, d), с другой — морфологической перестройкой в тканевых структурах (x, y, z, d) (рис. 9). Запомним эту закономерность, она и есть символическое выражение законов Э. Бауэра и В. И. Вернадского о сохранении устойчивого неравновесия и эффекта максимума внешней работы в жизнедеятельности и эволюции биосистем.

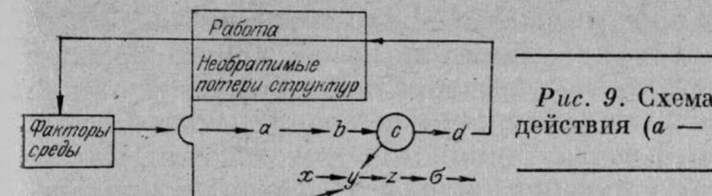


Рис. 9. Схема потоков информации действия (a — d) и структуры (x — σ).

Далее мы указывали на относительную разницу генетических программ в наследственном веществе любого зарожденного индивида: генетическая программа сохранения и продолжения рода (видовая программа), ее мы обозначили № 1, генетическая программа сохранения (выживания) индивида (индивидуальная программа) — № 2. Обе программы выражены в одной и той же материальной основе генетического кода, но в своей диалектической сущности они противоречивы, даже противоположны. Программа № 1 означает (выражает) бессмертие (конечно, относительное) данной биологической (человеческой) популяции, программа же № 2 — выживание персонали с учетом ее «личных» интересов и возможно продолжительной «личной» жизни. В теленомическом звучании обе программы, вероятно, сочетаются друг с другом как крайние выражения так называемого альтруистического и эгоистического поведения (рис. 10).

Для индивидов — членов данной популяции начаты исследования, и, очевидно, некоторые конституциональные особенности, найденные, например, в ИКЭМ СО АМН СССР («спринтер», «стайер», «промежуточный тип»), выражают гетерогенность популяции на указанной эволюционно-генетической основе. Запомним эти свойства биосистем.

Клеточные культуры, так же как и тканевые клеточно-функциональные единицы микрорайона, условно можно исследовать в свете указанных двух закономерностей.

Жизнь каждой клетки как «члена» данной клеточной популяции может быть измерена и выражена в той же диалектике информации действия и структуры, соотношения программ № 1 и 2. В тканевой культуре мы можем наблюдать это поведение в чистом виде (без влияния систем регуляции организма), в микрорайоне — в организменной совокупности. Очевидно, что каждая новая клетка в клеточной функциональной структуре должна выполнять ра-

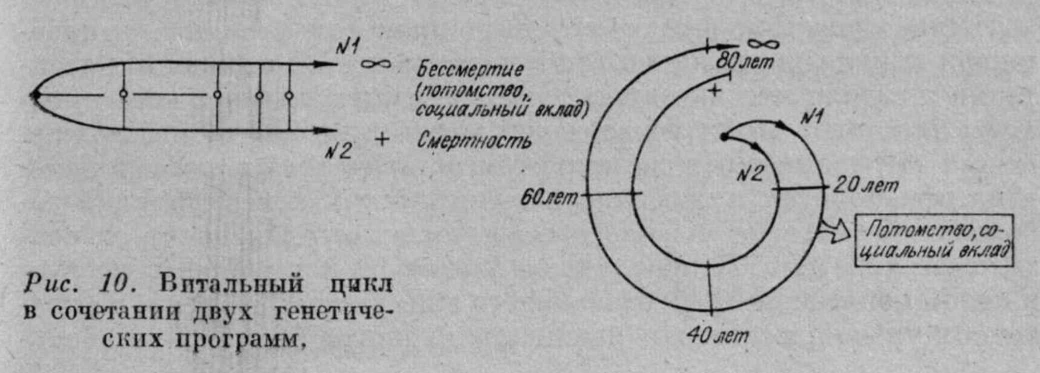


Рис. 10. Витальный цикл в сочетании двух генетических программ.

оту в доминировании программы № 1. Если сроки ее жизни продлеваются по каким-либо причинам, то возможно все большее доминирование генетического поведения по программе № 2. В последнем случае клетка будет функционировать все более в интересах не клеточного объединения, а своего «индивидуального» выживания. Такое выживание (борьба за жизнь) может превратиться в борьбу «любой ценой». Здесь пока нет адекватных терминов и слова, взятые в кавычки, мы применяем условно, не имея в виду «одухотворения» клетки и не придавая ей некоего телеологического начала. Речь идет об объективных, естественно-природных процессах.

Цикл жизни клетки может быть исследован функционально и морфологически. Однако оценка результатов таких исследований в свете сказанного пока не изучалась. Критерии функции должны быть соотнесены с критериями морфологии на основе состояния всего клеточного массива (с учетом изложенных диалектических противоречий). Мера жизнедеятельности будет отражать относительную норму, если данная клетка своевременно прекращает функцию и элиминируется из клеточного массива. Возможны нарушения (сдвиги) механизмов элиминации — тогда будет наступать преждевременное истощение жизнедеятельности данной тканевой структуры и, следовательно, возможное сокращение жизни биосистемы в целом (патология). Если же сроки жизнедеятельности данной клетки неадекватно (относительно тканевой структуры) удлиняются, то такие клетки могут формировать свои устойчивые коалиции. Такие «стареющие» коалиции будут реализовывать свои процессы жизни по программе № 2. Следовательно, регенеративный процесс в тканевой структуре будет нарушен, восстановление новых клеточных элементов заторможено и, несмотря на реальное, более продолжительное время жизни данных клеток, это будет означать угрозу и сокращение жизни (патологию) биосистемы в целом. Если в механизмах элиминации будет формироваться отставание по времени (снижение порогов узнавания стареющих единиц), то в целом в биосистеме будут ускоряться процессы старения, склерогенеза, онкогенеза.

Таким образом, на основании новых фактов мы вновь пытаемся обосновать фундаментальность законов Вернадского — Бауэра и, углубляясь в их понимание, найти новые критерии процессов старения клеточных элементов.

Если указанные предполагаемые процессы реальны, закономерности поняты правильно, то в классификации утомления, адаптации и патологических процессов могут быть найдены новые подходы для того, чтобы усовершенствовать или отойти от сложившихся так называемых системно-гомеостатических классификаций в патофизиологии и особенно нозологических классификаций заболеваний человека и животных, которые сегодня носят относительный характер. Вопрос о так называемой клеточной патологии в новом понимании требует большего внимания. Вероятно, на клеточном уровне возникают (начинаются) многие (может быть, боль-

шинство) дизадаптации и патологии. В целом уровень соотношения указанных двух программ и отражает кооперативную межклеточную квантовую констелляцию: здесь поле выступает как единое интегральное свойство живого вещества.

Эффективность адаптивных реакций должна оцениваться из анализа фундаментального взаимодействия биосистемы и среды, что является весьма сложной задачей.

Во-первых, процесс адаптации включает различные количественные и качественные изменения функций и структур биологической системы применительно к специфической экологической обстановке. Иными словами, приспособление вовлекает все уровни организации живого, начиная с молекулярного и кончая биоценотическим, и на разных уровнях может достигаться адаптивный результат [Александров, 1975]. Следовательно, приспособление зависит от особенностей и возможностей каждого системно-структурного уровня организации живой материи, а каждому системно-структурному уровню соответствуют адаптационные механизмы: специфического и неспецифического характера, структурные и функциональные, индивидуальные и популяционные, находящиеся в постоянных взаимоотношениях.

Во-вторых, в природе организмы и популяции обычно адаптируются к комплексу естественных условий внешней среды, действие которых на организм взаимосвязанно, и выделить ведущее значение одного фактора из этого комплекса факторов весьма трудно.

«Растения, животные и почвенный покров образуют на суше сложную мировую экологическую систему, которая формирует биомассу, связывает и перераспределяет солнечную энергию, углерод атмосферы, влагу, кислород, водород, азот, фосфор, серу, кальций и другие биофилы и генерирует свободный кислород» [Гелиогеохимические циклы в биосфере, 1976, с. 19]. Речь идет о мировой экологической системе. Объем границы этой системы — лишь тонкая пленка биосферы на поверхности Земли, ее внешние взаимодействия — литосфера с осадочным чехлом и стратосфера с солнечно-космическим пространством. Эта саморазвивающаяся, самоподдерживающаяся, ранимая, очень ажурная масса живого вещества и есть материальная основа в упомянутом выше системном представлении.

Если оценивать эту материальную основу системы как бы изнутри, если исследователь, наблюдатель помещается в составе самой биосферы, то потоки обмена веществ и энергии нам кажутся (в наших земных масштабах) огромными.

Приведем данные о составе биосферы (биогеохимические, технохимические агенты):

Биомасса, т	$3 \cdot 10^{12}$—$1 \cdot 10^{13}$
Годичный фотосинтез на суше, т	10^{10}—10^{11}
Годичный оборот зольных органогенов на суше, т	10^{8}—10^{9} (с азотом—до 10^{10})
Годичный сток рек, т	
растворенные вещества	$3 \cdot 10^{9}$

взвешенные вещества	$1,6 \cdot 10^{10}$
Годичное производство удобрений, т в туках	$3 \cdot 10^{8}$
Пыль индустриальная, т/год	$0,25 \cdot 10^{9}$
Мусор, отходы, отбросы, т/год	$20 \cdot 10^{9}$
Выемка рудных пород, т/год	$5 \cdot 10^{9}$
Индустриальные и городские сбросы воды, м³/год	До $55 \cdot 10^{11}$
Аэрозоли и газовые выбросы, т/год	До $\sim 10^{9}$

Утверждается, что за миллиарды лет биологической истории планеты сложились великий биогеохимический круговорот и дифференциация химических элементов в природе, которые создали современную биосферу и являются основой ее нормального функционирования. Это утверждение в современном естествознании принимается без сомнений, в его пользу приводятся многочисленные расчеты и измерения. В отечественной науке начало этим исследованиям положил В. В. Докучаев, основоположником же биогеохимии является, как известно, В. И. Вернадский. Далее неоценимый вклад в учение о биогеохимических циклах и глобальном масштабе внесли А. И. Виноградов, Б. Б. Полынов, В. В. Ковальский, В. А. Ковда, А. И. Перельман, М. А. Глазовская и многие другие. Сегодня исследованы многочисленные циклы так называемых кругооборотов многих элементов в биосфере газообразных и твердых, начиная от кругооборота воды и кончая отдельными редкими элементами. Весь этот гигантский в земных масштабах материальный поток в биосфере есть результат внешних и внутренних взаимодействий элементов живого вещества, его подвижной (неравновесной) организованности. Если принять определение экологической системы, данное в начале этой работы, то все биогеохимические циклы и их совокупность есть результат взаимодействий этой системы — экологических взаимодействий.

Принимая обобщение В. И. Вернадского о живом веществе как о специфической материальной основе эволюции и организованности биосферы, следует выделить экологические взаимодействия как его специфическую важнейшую особенность. В приведенной выше таблице обозначены основные величины результатов этих взаимодействий — внешних в уровнях фотосинтеза, относительно внутренних величин можно указать следующее:

Живое вещество суши, т	10^{12-13}
Биомасса лесов, т	10^{11-12}
Минеральные вещества и азот в биомассе суши, т	10^{10}
Энергия, связанная в биомассе суши, ккал	10^{19-20}

Укажем, что значительная доля биомассы содержится также в толщах Мирового океана и донных пространствах. Вмешательство человека в динамику и организованность биосферы огромно, величина геохимической деятельности человечества сопоставима с величиной переноса вещества в биосфере за миллионы лет ее существования, а по многим элементам превосходит таковые за всю

историю биосферы. Введены такие новые понятия, как «технофильность элементов», т. е. величина активного избирательного включения элемента в биохимический мировой оборот под влиянием человека. Все более расширяются исследования роли отдельных биологических сообществ в геохимических потоках и изменений этих потоков под влиянием человека (агрокультуры, почвы, микроорганизмы и др.) [Глазовская, Добровольская, 1984].

Все сказанное следует считать доказанным и неоспоримым фактом. Однако наши знания, как бы велики они ни были, относительны, и практика показывает все большую нашу ограниченность в управлении биогеохимической функцией биосферы. А поскольку биосфера в исторически обозримое время превратится в ноосферу — разумно управляемую новую формацию живой оболочки, то «лимит» знаний ее закономерностей становится и основным «лимитом», сдерживающим процесс ноосферогенеза, и одной из важных причин наступающих отрицательных экологических противоречий.

Новым полем знаний в учении о биосфере является понимание закономерностей экологических взаимодействий: 1) биосферы с окружающей ее внешней средой; 2) отдельных участков биосферы друг с другом как частей единого организма; 3) элементов живого вещества как частей неделимого природного тела. В характере взаимодействий выделяют биогеохимические, биогеофизические и биогеотермодинамические механизмы [Чижевский, Шишина, 1969; Вернадский, 1978а, б; Лаутербах, 1980; и др.].

Однако возможен и иной подход в изучении процессов экологического взаимодействия. На всех уровнях взаимодействия как целого биосферы и ее частей можно выделить силу этих взаимодействий, своего рода валентность целого и ее элементов. И такие валентности могут быть разделены на две большие группы. Первая группа — природа и механизмы сильных взаимодействий, где потоки вещества и энергии измеряются и определяются физическими, химическими, биотрофическими величинами: колебаниями климата, стихийными бедствиями (вулканизм, землетрясения, наводнения, засухи, эпидемии). В антропогенных влияниях — горные работы, транспортные, химические, энергетические сооружения, выбросы, социально обусловленные потрясения (опустошения, войны, переселения). Последствия таких взаимодействий существенно лимитируются величиной резервных, компенсаторных возможностей (запасов прочности), поддержания неравновесности биосферы в целом и ее элементов. В участках биосферы их динамика при сильных воздействиях во времени обусловлена взаимодействием территориальных единиц друг с другом как элементов единой территории биосферы материков в целом.

Сильные экологические взаимодействия достаточно хорошо исследованы, однако комплексных, обобщающих оценок, к сожалению, представлено пока мало. Расчеты, прогнозы производятся на основании измерений отдельных экологических компонентов или элементов участков биосферы. На бассейно-солнечные едини-

цы внимания обращается крайне недостаточно, а глобальные эколого-биосферные прогнозы основываются полностью на концепции сильных экологических связей [Казначеев, 1984].

Развивая идеи А. Л. Чижевского о буферной функции биосферы относительно внешних солнечно-космических воздействий, сегодня необходимо назвать новую проблему. Из географических и геологических (палеомагнитология) исследований хорошо известно, что на протяжении геологической эволюции планеты Земля происходили многочисленные миграции магнитных полюсов и полная смена их зарядов (переполюсовка) [Храмов и др., 1982]. Продолжительность магнитных инверсий определяется от $1 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^5$ астрономических лет. Обращения же полярности геомагнитного поля сопровождается уменьшением в 2—10 раз и более напряженности поля. Таковые новые факты.

В периоды краткосрочных переполюсовок Земли снижение напряженности магнитного поля в 10 раз и более неминуемо сопровождалось и значительным снижением его защитной функции от космических магнитокорпускулярных излучений. В эти периоды на поверхность Земли проникали такие величины потоков солнечной плазмы, что их токсический (мутагенный) эффект должен был бы неминуемо приводить к поражению, гибели многих элементов живого вещества биосферы. Однако на основании палеонтологических исследований таких катастроф или критических периодов, совпадающих по времени с периодами магнитных инверсий, не выявляется. По существу, мы встречаемся с интереснейшим парадоксом: на основании фактов палеомагнитологии в истории биосферы должны были быть неминуемые катастрофы, на основании фактического материала палеонтологии таких катастроф или чего-то похожего на них в истории Земли не было. Нужно признать, что аргументированного ответа на сформулированную самой природой научную и практическую задачу нет. Наши знания для такого разъяснения весьма ограниченны.

Можно лишь полагать, что в самой природе живого вещества имеются такие механизмы (или оно обладает таким свойством), что магнитные инверсии, несмотря на их токсичность со стороны космической радиации, переносились живым веществом или биосферой в целом за счет неизвестных нам еще процессов компенсаций.

В специальных исследованиях показано, что отдельные виды растений изменяют свою чувствительность к низким температурам задолго до похолодания. Более того, если рядом высаживаются теплолюбивые формы растений, плохо адаптированные к похолоданиям, то эти растения получают информацию от соседних холодоустойчивых о предстоящем похолодании и также заведомо изменяют свою выносливость («готовятся») к низким температурам. Таких примеров в литературе достаточно. В их числе можно назвать и случаи направленного или случайного переноса отдельных сортов, видов, бактерий, насекомых, растений, животных в регионы биосферы, где последние вызывали начало сложных цеп-

ных реакций положительного или отрицательного (для местной части биосферы) характера.

Все сказанное дает основания в механизмах экологических взаимодействий выделить второй большой класс так называемых слабых взаимодействий, взаимодействий слабых валентностей. Механизм этих взаимодействий независимо от их материально-энергетического носителя информационный.

Данные участки биосферы и, видимо, биосфера в целом как мировая экологическая система дифференцированы: различные элементы по своей природе выполняют те или иные функции чувствительных биосферных рецепторов («органов»). Многочисленные избирательные сенсоры опережающе, задолго до поступления тех или иных сильных экологических воздействий (потрясений), улавливают их вероятность. Сигналы воспринимаются в опережающем временном режиме. О такой фундаментальной функции живых организмов писал физиолог П. К. Анохин [1958]. Он назвал эту функцию живого «опережающее отражение действительности». В зависимости от биологических особенностей, видов обмена, доминирования автотрофных или гетеротрофных процессов обмена, прямо или опосредованно, участки биосферы, биосфера в целом постоянно «прослушивают», «просматривают» земные глубины и космос, постоянно улавливают малейшие сигналы возможных нарушений стабильности, постоянства внешней и внутренней среды. Сигналы воспринимаются избирательными сенсорами-видами (отдельностями) живого вещества, преобразуются в своего рода «биосферно-экологический язык» и опережающе изменяют потенциал выносливости биосферы, ее отдельных участков.

Нам, по существу, неизвестна эта сенсорная, опережающе-компенсаторная функция биосферы и ее роль в эволюции и организации биосферы. Но сам принцип функции уже ясен. Ясно, что, меняя структуру биотопов, устраняя, казалось бы, «бесполезное» растительное, бактериальное, животное «население» с позиций антропогенной полезности, мы, основываясь на теории сильных взаимодействий, нарушаем самое главное — своего рода «сенсорно-мозговую» деятельность живого вещества, его «память» как единого природного организма и наносим тем самым непоправимую травму.

Более того, в своей естественной эволюции человек — неотъемлемая часть живого вещества, ему исторически также были присущи восприятия природной живой среды, ее прочтение, прогнозирование ее изменений, ее предупрежающий «язык». Многие аборигенные племена еще сохранили элементы такого природного единства, пользуются им в планировании.

В настоящее время на Земле, по нашему мнению, проявляется новая закономерность, которую в отличие от ноосферогенеза можно характеризовать как ноокосмогенез. Дело в том, что в силу технической вооруженности человек вмешивается в такие явления, которые нельзя считать планетарными: использование новых источников энергии, изменение климата и географии планеты в

масштабах, равных космическим воздействиям. Следовательно, в результате деятельности человека на планете формируется следующий период ее преобразования, включая процессы освоения космоса — ноокосмогенеза. Ясно, что судьба человека (как существа биосоциального) в значительной мере будет зависеть не только от путей становления ноосферы, но и от рационального управления процессом ноокосмогенеза. Заметим, что зависимость человека от космических факторов глубже и сложнее, чем его взаимосвязи с биосферой.

Конкретное изучение отдельных климато-географических регионов планеты в их совокупности в свете концепции системы жизнеобеспечения и ноокосмогенеза позволяет наметить интегральные комплексные оценки состояния человеческой популяции и среды. Очень многие физические факторы внешней среды, во взаимодействии с которыми эволюционировал человеческий организм, имеют электромагнитную природу.

Взаимодействие космических и электромагнитных излучений с элементами биосферы (по Вернадскому) происходит на молекулярном и субмолекулярном уровнях [Пресман, 1968]. Это может приводить к изменениям физико-химических характеристик таких систем, как вода [Кисловский, 1982], коллоиды [Чижевский, Шишина, 1969], биологические мембраны [Дубров, 1973], организм человека [Чижевский, 1963].

Опираясь на эти данные [Казначеев, 1980], считаем космические и геомагнитные возмущения наиболее специфичными для экологии северных широт, а изменения, вызываемые ими на молекулярном уровне, относим к первичным факторам, которые стимулируют дальнейшие метаболические реакции на клеточном, тканевом и организменном уровнях при адаптации человека, например, к условиям Севера.

Все сказанное подтверждает наши выводы о целесообразности введения нового понятия в организацию живого вещества и окружающего пространства — «информационная среда жизни».

Таким образом, системы организма, поддерживающие постоянство жизненных констант на основе принципа саморегуляции, могут иметь различный масштаб: от константных протоплазматических взаимодействий в масштабе клетки до единства и постоянства весьма разветвленных функций целого организма [Анохин, 1958].

Необходимо подчеркнуть, что многие эколого-физиологические исследования в Заполярье подтвердили предположение о большой роли сезонности не только электромагнитных полей, но и в формировании адаптационных и патологических реакций. Заметная сезонная изменчивость присуща механизмам адаптации в высоких широтах, а именно физической и химической терморегуляции. Известно, что функциональное состояние сосудистой системы изменяется в различные сезоны года и т. д.

Рассмотрев некоторые особенности адаптивных реакций на организменном и органном уровнях, коснемся еще одного класса

реакций — свободнорадикального окисления и их изменений в условиях полярных широт. Основной субстрат свободнорадикального окисления — липиды. Интенсивность процессов их перекисного окисления тесно связана с жировым обменом и биоэнергетикой клетки [Журавлев, 1975]; кроме того, они являются основным структурным элементом биомембран, значит, может быть нарушена структура и функция мембран клеток.

Возможно, что сезонные колебания, изменяя реактивность организма, создают фон, на котором возникают различные «варианты формирования дизадаптационных расстройств».

Таким образом, изменения физико-химических свойств биологических мембран, возникающие у человека (а в некоторых случаях и у животных) при переезде в высокие широты, могут выступать в качестве первично-шумовых факторов и стимулировать ряд дальнейших метаболических реакций на клеточном, тканевом и, наконец, организменном уровнях. Изложенные данные позволяют высказать предположение о том, что кроме других факторов в механизмах человека в условиях высоких широт важное место занимают специфические механизмы. Их первоначальное звено сосредоточено в структурных элементах клеток, которые подвергаются непосредственным воздействиям космических и геомагнитных возмущений, вызывающих своеобразные изменения их информационно-энергетического режима. Возможно, что именно на молекулярном и субмолекулярном уровнях проявляется наибольшая специфичность адаптационных механизмов в условиях измененной космической и геомагнитной среды в высоких широтах Земли.

Учитывая изменения в состоянии организма человека, прибывшего на Север, под влиянием космофизических факторов и сезонности, можно оценить это состояние, по нашему мнению, как своеобразное, весьма специфическое хроническое напряжение, названное нами синдромом полярного напряжения.

Выделенный синдром характеризуется перечисленными патогенетическими особенностями, которые отражают специфические механизмы адаптации, направленные в значительной степени на стабилизацию клеточных структур, находящихся под влиянием космических и геомагнитных возмущений в состоянии измененного режима жизнедеятельности.

Если попытаться объединить специфические элементы «напряжения» на субмолекулярном и молекулярном уровнях, то следует считать, что в целом все они приводят клетки органов и тканей в состояние особого своеобразного напряженного режима. В свете работ Бауэра можно отметить, что в клетках при этом изменяется состояние устойчивой неравновесности, а ее энтропия стремится к возрастанию. Такие сдвиги ведут за собой серьезные функционально-структурные нарушения и могут угрожать жизни клеток, поэтому в клетках, тканях и организме в целом происходит мобилизация механизмов, направленных на смягчение и стабилизацию процессов, приводящих к увеличению энтропии. Все эти

адаптационные механизмы сочетаются с другими многочисленными адаптационными реакциями, направленными на обеспечение и поддержание энергетических, пластических информационных потоков в организме в целом.

В исследованиях биологов, магнитобиологов, цитологов, вирусологов и других в последние годы широко используются тканевые культуры в качестве важнейшей биологической модели для решения целого ряда прикладных задач, связанных с вопросами генетики, вирусологии, взаимоотношений клетки и окружающей среды и т. д., поскольку только клетка представляет собой единственную известную нам простую материальную систему, обладающую полнотой свойств жизни. Только целая клетка обладает свойством саморегуляции и самовоспроизведения. Она несет в себе запись генетической информации, представляющей итог эволюционного развития вида и основу всей его будущей эволюции.

Внешняя среда — не только условие, но и существенный компонент развития клетки. Э. Бауэр [1935] писал: «Внешние свойства каждого отдельного индивида зависят от двух вещей: во-первых, от специфического унаследованного способа реакции вида, к которому индивид принадлежит, и, во-вторых, от внешних условий, под влиянием которых данный индивид развивается».

Изучены далеко не все стороны реакции клеточных элементов на воздействие факторов внешней среды. В частности, недостаточно сведений о влиянии гелиогеографических факторов на жизнеспособность клеток. В то же время сведения, полученные по этому вопросу, будут иметь большое теоретическое и прикладное значение. Они помогут, с одной стороны, проследить путь эволюционного приспособления земных организмов к действию этих факторов, а с другой — раскрыть характер патологических процессов. По мнению Л. А. Орбели, некоторые из них представляют собой отголосок эволюционного прошлого, возвращение к тем функциональным отношениям, которые были характерны для более ранних этапов развития.

Сегодня методы приборных измерений самой высокой точности регистрируют информацию об отдельных компонентах среды, но они далеки еще от той биологической чувствительности, которая сосредоточена в естественных живых сообществах, участках биосферы. Поэтому наряду с приборной технической индикацией среды в кратких и долгосрочных прогнозах необходимо развитие методов биоиндикации. Такие предпосылки имеются в мировой литературе, в СССР наиболее глубоко методы биоиндикации разрабатываются в Ленинграде (естественные биотопы), Новосибирске (биоиндикация космического излучения и магнитного поля Земли методом тканевых культур), на биосферных станциях, организованных по инициативе Научного совета по проблемам биосферы АН СССР, предусматривается обязательное сочетание методов технической (приборной) и биологической индикации внешней среды [см.: Биологическая индикация в антропоэкологии. Л., 1984].

Такие исследования очень перспективны и для прогнозирования метеорологических и тектонических катастроф (землетрясений и др.). Таково сегодня теоретическое состояние вопроса об экологических взаимодействиях и механизмах этих взаимодействий. Необходимо развитие прикладных работ в этом направлении. В следующей главе представлены результаты исследований по использованию биосистемы (клеточного монослоя и феномена ДМВ) как метода биоиндикации изменения естественных ЭМП Земли, межпланетного магнитного поля и др.

Глава 7

ВЛИЯНИЕ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КЛЕТОК КУЛЬТУРЫ ТКАНИ

Все очевиднее становится, что солнечные и космические факторы играют важную роль в пространственно-временной регуляции процессов в биосфере. Поднят вопрос о биологическом значении естественных электромагнитных полей, о значении геомагнитного поля для функционирования живых организмов.

Много лет изучая сверхслабое излучение клеток человека и животных, мы пришли к выводу, что клетки культуры ткани испускают кванты электромагнитного поля. Можно полагать, что для клетки излучение — обязательное необходимое проявление жизнедеятельности; т. е. речь идет о своеобразных электромагнитных полях, которые для самой клетки являются ее внутренней системой передачи информации, без которой жизнь клетки невозможна. Такое предположение высказывалось не раз [Гурвич, 1944; Маковски, 1976; Popp, Ruth, 1977]. Описанное межклеточное взаимодействие в тканевых культурах, по-видимому, обязано механизму, в основе которого заложены возможности специфического управления тем или иным процессом.

В данной главе обсуждаются результаты изучения информационных взаимодействий в биосистемах на модели ДМВ и жизнеспособности клеточного монослоя, выясняющие экологическую значимость регуляторных влияний естественного электромагнитного поля и его роль в адаптивных реакциях биосистемы. Приведены результаты оригинальных исследований динамики роста клеточного монослоя и проявление ДМВ в периоды солнечных максимума и минимума в течение 15 лет.

Особый интерес для нас представляют биофизические аспекты, связанные с изучением взаимоотношений собственного электромагнитного излучения биосистемы и изменением ЭМП Земли при широтных перемещениях. Он вызван тем, что в настоящее время

экспериментальные наблюдения и теоретические исследования дают основание считать ГМП наряду с другими электромагнитными факторами ответственным за биологические эффекты, коррелирующие с вариациями солнечной активности.

Многочисленными исследованиями удалось выявить статистические закономерности, убедительно демонстрирующие тесную связь между динамикой геомагнитных возмущений и дисфункцией живых организмов на различных структурных уровнях их организации. Обнаружено, что возможной причиной этой связи являются изменения проницаемости биологических мембран и оболочек под влиянием геомагнитного поля [Дубров, 1969б, 1973].

Геомагнитное поле воздействует буквально на все процессы в отдельных клетках, организмах и в конечном итоге на всю биосферу Земли. Проведенные исследования показывают, что гомеостазис, т. е. способность поддерживать динамическое постоянство состава и свойства фенотипа и генотипа, может зависеть от геомагнитного поля и находиться под его контролем. Полученные данные открывают возможность для глубокого и полного объяснения некоторых проблем гелиобиологии. На основе признания роли геомагнитного поля в жизнедеятельности организмов становится понятной глобальность и синхронность гелиобиологических реакций, так как геомагнитное поле всепроникающе и имеет различные вариации. Но вместе с тем остается недостаточно ясным ряд вопросов: какие именно геофизические факторы оказывают существенное влияние на жизнедеятельность живых организмов; имеется ли специфическое влияние их на различные виды экологических объектов (человек, животное, растения, бактерии); количественные и качественные особенности изолированного и комбинированного воздействия на биосистемы; молекулярные механизмы их биологического действия; проявления действия этих факторов на здоровых и больных людей и т. д. [Дубров, 1973, 1980].

На эти вопросы можно в значительной мере ответить при проведении одновременных (синхронных) экспериментов в различных географических пунктах Земли.

Отличительной особенностью таких экспериментов является, во-первых, то, что в каждом географическом пункте в конкретный момент времени имеется своя специфическая географическая и метеорологическая обстановка, обусловливающая локальное влияние ее на биосферу, во-вторых, указанные экологические факторы наряду с локальными проявлениями характеризуются глобальными эффектами, и поэтому значительные изменения указанных факторов должны отражаться на жизнедеятельности биосистем (синхронно).

Известно, что один из важнейших гелиогеофизических факторов — возмущения магнитного поля Земли, вариации которого зависят от широты. Амплитуда колебаний геомагнитного поля в диапазоне микропульсаций возрастает от средних широт к высо-

ким, некоторые типы микропульсаций регистрируются только в высоких широтах.

Полоса вдоль 67-й геомагнитной широты, называемой авроральным овалом,— арена протекания сложного комплекса электромагнитных явлений, тесно связанных с солнечной активностью. Существенной особенностью данной зоны являются изменения в структуре цикличности возмущений ГМП: электромагнитная обстановка заметно изменяется при переходе от полярной ночи к полярному дню. От средних широт к высоким возрастает амплитуда колебаний ГМП в диапазоне микропульсаций, и величина этого возрастания зависит от частоты, что приводит к большим изменениям спектрального состава возмущений ГМП при перемещении по широте.

Вариации характеристик возмущений ГМП с широтой должны сказываться на показателях жизнедеятельности организма, так как биологическая эффективность воздействия ГМП зависит от амплитуды, частоты, поляризации и некоторых других параметров поля [Владимирский, 1982]. Широтный эффект обнаружен многими авторами [Данилов и др., 1971].

Учитывая специфические особенности расположения Норильска (необычная структура электромагнитных полей, близость магнитного полюса и т. д.), для нас особый интерес представляли биофизические аспекты, связанные с исследованиями взаимоотношений собственного электромагнитного излучения биосистемы и геомагнитных факторов.

Изучая феномен ДМВ, мы не должны были забывать о том, что имеем дело с двумя монослоями клеточных культур, взаимодействующих как между собой, так и с внешними факторами. Нами изучалось влияние гелиомагнитной обстановки в условиях средних и высоких широт в синхронном эксперименте (Новосибирск — Норильск — Москва — Симферополь) на монослой клеток и на воспроизводимость ДМВ. Работы делились на два этапа: исследование жизнеспособности клеточного монослоя и определение особенности проявления ДМВ. На первом этапе использовали перевиваемые линии RH, ФЭЧ, HEp-2, эксперименты проводились в Новосибирске и Норильске.

Рост перевиваемых клеточных культур изучали следующим образом.

1. Исследовали жизнеспособность клеточного монослоя, используя концентрацию клеток 80 тыс./мл для ткани PH, HEp-2 и 100 тыс./мл для культуры ФЭЧ. Взвесь клеток разливали в пенициллиновые флаконы со стеклами по 2 мл и инкубировали в термостате при 37°C. Через определенное время инкубации (6, 12, 24, 48, 72, 96, 144, 168 ч) стекла с выросшим на них клеточным монослоем фиксировали метиловым спиртом и окрашивали гематоксилин-эозином и по Фёльгину. Результаты обрабатывали с учетом следующих параметров: а) *Sp* — количество ядер на единицу площади препарата, которое характеризует плотность роста монослоя; б) МА — митотическая активность (в процентах) —

количество делящихся ядер на 100 ядер монослоя — пролиферативная способность клеток; в) d — диаметр ядер (в микронах) — среднекалиберный диаметр ядер клеток монослоя.

2. Устанавливая сроки (динамику роста), определяли тест на «кооперативность» клеток (количество клеточных контактов). Для этого клеточную взвесь разливали в пенициллиновые флаконы в концентрации 50 и 100 тыс./мл. Материал фиксировали через 24, 48, 72 ч. Морфологический анализ проводили по указанным выше параметрам а — в.

3. Определяя резистентность клеточного монослоя к ядам (сулема), клеточную взвесь с концентрацией 80 тыс./мл разливали в пенициллиновые флаконы, после формирования монослоя на стекле заражали односуточную (24 ч роста) и двухсуточную (48 ч) клеточные культуры сулемой, концентрация которой равнялась 3 и 5 мкг/мл. Поражения монослоя оценивали по 4-балльной системе.

4. Для выяснения корреляции между перекисным окислением липидов и жизнеспособностью клеточного монослоя проведены опыты по определению интенсивности перекисного окисления липидов в Норильске в сравнении с их интенсивностью в Новосибирске, которую оценивали по образованию диеновых конъюгатов по методике Арчакова и Владимирова. Измерения осуществляли на спектрофотометре СФ-4.

Эксперименты проводили синхронно в Новосибирске и Норильске во время полярной ночи. Условия опытов строго стандартизованы: вся посуда приготовлена с использованием новосибирской воды, питательная среда, версен — одной серии, перевиваемые клеточные линии перевезены в Норильск из Новосибирска. Всего было три серии экспериментов по 200 флаконов в каждом. Полученные данные обработаны статистически с использованием морфологической сетки по методике С. Б. Стефанова [1974а, б].

В первой серии экспериментов обнаружено, что клетки монослоя хорошо распластываются на стекле, процесс их контактирования между собой выше в Норильске по сравнению с Новосибирском, затем с 48 ч рост монослоя в Норильске становится более энергичным, на плато клетки выходят к 72 ч, затем в Норильске монослой погибает к концу 6-х суток, в Новосибирске же он жизнеспособен более 9 сут. В то же время и в Норильске, и в Новосибирске пик митотической активности приходится на 24 ч, но в Норильске он в 2,5 раза выше (рис. 11).

Во второй серии не зафиксировано существенных различий в росте клеточного монослоя в обоих пунктах, митотическая активность клеток в Норильске оказалась в 3 раза ниже по сравнению с таковой в Новосибирске. Особенность роста монослоя в Норильске — наличие двух пиков митотической активности, приходящихся на 24 и 60 ч.

В третьей серии экспериментов установлено, что монослой в Норильске по всем параметрам растет энергичнее: плотность роста и количество ядер на единицу площади в 2 раза выше, чем в Но-

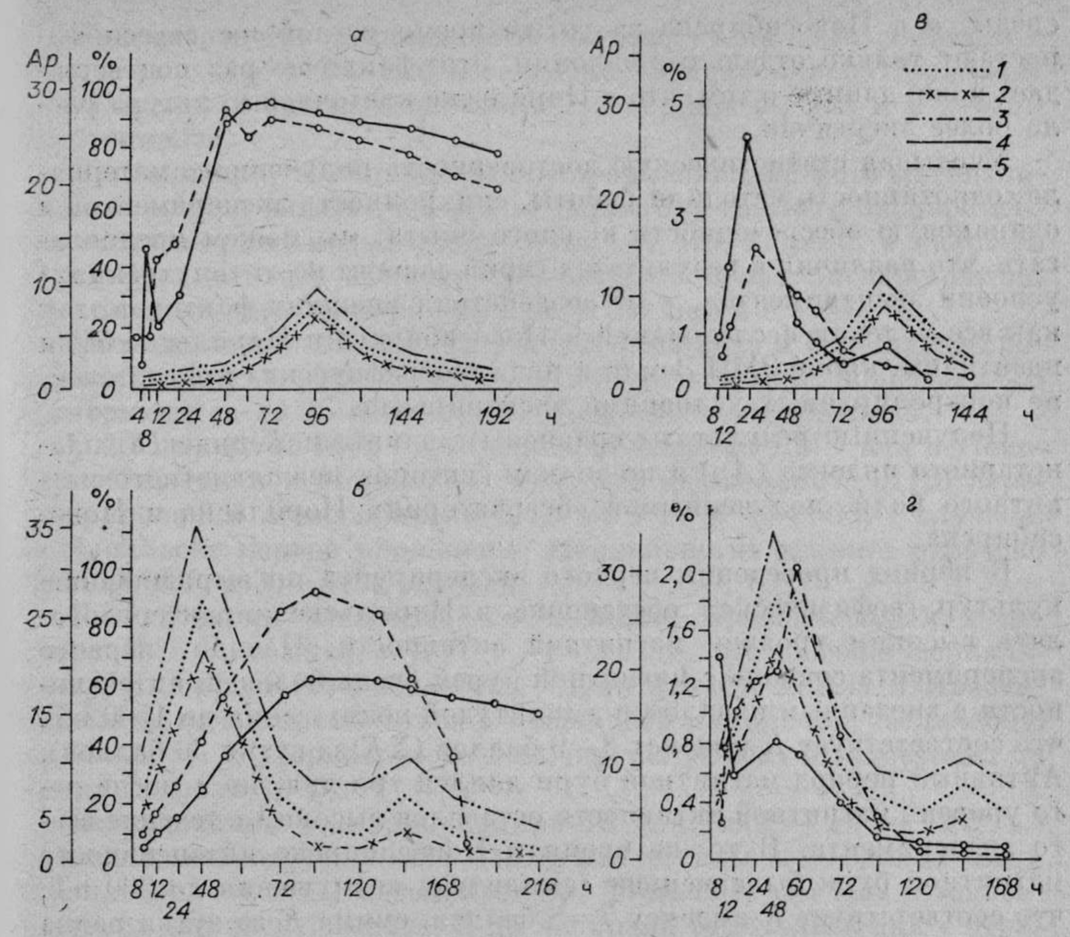


Рис. 11. Влияние гелиомагнитной обстановки на монослой клеток в условиях высоких широт по месяцам.

1 — *Ар*-индекс; *К*-индекс: 2 — в Новосибирске, 3 — в Норильске; *а*, *б* — плотность роста монослоя: 4 — в Новосибирске, 5 — в Норильске; *в*, *г* — митотическая активность: 4 — в Новосибирске, 5 — в Норильске.

восибирске, пик митотической активности, приходящийся на 48 ч, выше в 3 раза. К концу 6-х суток появляется много пикнотических клеток и монослой погибает, в Новосибирске в это время он жизнеспособен более 9 сут.

При исследовании действия ядов на клеточный монослой установлено, что в Норильске суточный монослой не погибал при действии 3 мкг/мл сулемы и частично погибал при действии 5 мкг/мл. Двухсуточный монослой полностью сохранялся при действии 5 мкг/мл. В суточном монослое, выращенном в Новосибирске, отмечалась гибель клеток при действии уже 3 мкг/мл. Та же картина отмечалась и при исследовании поведения двухсуточного монослоя. Таким образом, монослой в Норильске оказался более устойчивым к воздействию сулемы.

Проводя исследования на «кооперативность» с целью определения сроков появления монослоя на стекле, использовали различные концентрации: $5 \cdot 10^3$, $1 \cdot 10^5$ кл./мл. среды. Установлено, что в Норильске монослой образуется через 2 сут уже из $5 \cdot 10^3$ кл./мл

среды, а в Новосибирске за то же время из той же взвеси вырастают только отдельные колонии. Этот факт еще раз подтверждает наши данные о том, что в Норильске клеточная культура росла более энергично.

Учитывая статистическую достоверность полученного материала, однотипность методики работы, синхронность экспериментов и одинаковую обеспеченность каждого опыта, мы можем предполагать, что различия в результатах серий зависят не от «внутренних» условий экспериментов, а от воздействия внешних факторов, так как все условия исследований в Новосибирске и Норильске были идентичны, кроме ЭМП Земли и ряда географических показателей, не контролируемых условиями эксперимента.

Полученные результаты сравнены с данными K-индекса, планетарного индекса (Ap) и по знакам секторов межпланетного магнитного поля, полученным в обсерваториях Норильска и Новосибирска.

В период проведения первого эксперимента по выращиванию культур геофизическая обстановка в Норильске характеризовалась высоким уровнем магнитной активности. Начало первого эксперимента совпало с магнитной бурей очень большей интенсивности с внезапным началом и амплитудой возмущения до 1500 нТ, что соответствует K-индексу 8—9 баллов (ΣK за сутки 36 баллов). Активный период магнитной бури длился три дня, но и после него уровень магнитной активности оставался высоким в течение всего эксперимента. В то же время в Новосибирске интенсивность магнитной бури была меньше (амплитуда возмущения до 330 нТ, что соответствует K-индексу 7—8 баллов, сумма K за сутки равна 28 баллам). Продолжительность магнитонапряженного периода в Новосибирске также была меньше.

Таким образом, магнитная активность в период эксперимента сильнее проявилась в Норильске, этим, вероятно, можно объяснить различия в росте монослоя по всем изученным нами параметрам. Видимо, интенсивность роста привела к быстрому истощению монослоя, погибшего на 2—3 сут раньше, чем в Новосибирске. Рост монослоя в Новосибирске был более замедленным и митотическая активность в 2 раза ниже, но контактирование клеток и ядерно-клеточные отношения выражены лучше, поэтому монослой оказался более жизнеспособным.

При анализе второго эксперимента видно, что больших различий в росте монослоя по указанным выше параметрам не отмечается. Оба монослоя жизнеспособны до 9 сут. Это объясняется, по-видимому, тем, что вариации ЭМП Земли в период опытов были невелики: $Ap = 8$, местные индексы Норильска и Новосибирска соответственно $K = 17$, $K = 15$.

В период третьего эксперимента вновь наблюдается повышение магнитной активности: в Норильске $K = 36$, в Новосибирске $K = 20$, а $Ap = 28$, т. е. наблюдалась напряженная гелиомагнитная обстановка. Результаты опыта в какой-то степени повторяют динамику изученных показателей первого эксперимента.

Пик митотической активности приходится на 48 ч, совпадая в этот день с $Ap = 28$. Жизнеспособность монослоя в Норильске оказалась на 3 сут меньше, чем в Новосибирске, как и в первом эксперименте.

При анализе таблиц знаков секторов межпланетного магнитного поля можно видеть, что время первого и третьего экспериментов совпадает со сменой знака + на —, что, видимо, в какой-то мере обусловливает схожесть результатов обоих экспериментов. Во время второго эксперимента знак сменился с — на +.

Исследования явления ДМВ в Новосибирске и Норильске проводили также синхронно. За время экспедиций проведено 20 экспериментов по 25 опытов в каждом, включая контроль.

С 20/I по 23/II 1976 г. исследовали явление ДМВ как в Новосибирске, так и в Норильске. Впервые «зеркальный» ЦПЭ зарегистрирован в Новосибирске 2/II 1976 г. в 40—50% случаев. В Норильске первое проявление «зеркального» эффекта отмечено 23/II 1976 г. в 30—40% случаев.

Исследования следующей экспедиции, проводившейся в декабре 1976 г. и январе 1977 г., показали, что вначале «зеркальный» ЦПЭ отсутствовал в обоих пунктах, а с 24/XII в Новосибирске он начал проявляться с тенденцией к стойкому увеличению до 60—80%. В Норильске во всех опытах эффект отсутствовал до конца февраля 1976 г.

Исследования во время полярного дня (май — июль 1979 г.) показали, что «зеркальный» ЦПЭ в эти месяцы наблюдался как в Норильске, так и в Новосибирске от 40 до 60% случаев в зависимости от дня эксперимента. В то же время отмечались дни с отрицательным результатом, когда эффект не наблюдался.

Феномен ДМВ в Норильске за период исследования проявился во время полярной ночи, в среднем на месяц позже, чем в Новосибирске. С конца февраля на данной широте заканчивается полярная ночь и над горизонтом кратковременно появляется солнце. Возможно, проявление феномена ДМВ на 69-й широте связано с углом солнца над горизонтом. В начале полярного дня «зеркальный» ЦПЭ проявлялся в 40—60% положительных результатов, так же как и в Новосибирске в это время года. Таким образом, нами получена определенная корреляция феномена ДМВ с параметрами гелиогеомагнитной обстановки, временем и местом проведения эксперимента.

В наших исследованиях, проведенных ранее (1966—1980 гг.), отмечена сезонность в проявлении ДМВ, которая заключалась в том, что в течение 1,5— 2 мес (декабрь — январь) «зеркальный» ЦПЭ исчезал (исследования в Новосибирске) и, начиная с марта до сентября каждого указанного года, проявлялся до 60—80%.

Синхронные эксперименты, аналогичные описанным выше, проводились на протяжении ряда лет. Анализ полученных результатов позволяет сделать некоторые заключения об особенностях проявления жизнедеятельности клеточного монослоя и ДМВ на различных широтах. При синхронных исследованиях монослоя

клеток оказалось, что при небольших вариациях геомагнитного поля, а также при смене полярности межпланетного магнитного поля с — на + не отмечается особых отличий (по исследованным параметрам) в росте клеточного монослоя в Новосибирске и Норильске.

В период экспериментов, когда наблюдалась напряженная гелиогеомагнитная обстановка поля: повышенный *Ap*-индекс, смена полярности межпланетного магнитного поля с + на —, выявляются существенные отличия в жизнедеятельности клеток монослоя. В Норильске рост монослоя происходит энергичнее: плотность роста и количество ядер на единицу площади в 2 раза выше, чем в Новосибирске, пик митотической активности, приходящийся на 48 ч, выше в 3 раза. Появляется много пикнотических клеток к концу 6-х суток и монослой погибает, в Новосибирске в это время он жизнеспособен до 9—11 сут.

Тем, что магнитная активность в период экспериментов сильнее проявилась в Норильске, вероятно, можно объяснить различия в росте монослоя по всем изученным нами параметрам. Видимо, интенсивность роста привела к быстрому истощению монослоя, погибшего на 2—3 сут раньше, чем в Новосибирске. Рост монослоя в Новосибирске был более замедленным и МА в 2 раза ниже, но контактирование клеток и ядерно-клеточные отношения выражены лучше, поэтому монослой оказался более жизнеспособным.

Наряду с этим была обнаружена повышенная резистентность клеточного монослоя к действию сулемы в Норильске: если в Новосибирске монослой погибал при добавлении сулемы в концентрации 3 мкг, то в Норильске требовалось 5 мкг для получения аналогичной морфологической картины гибели клеток.

Учитывая статистическую достоверность полученного материала, однотипность методики, синхронность экспериментов и одинаковую обеспеченность каждого опыта, мы можем предполагать, что различия в результатах зависят не от «внутренних» условий экспериментов, а от воздействия внешних факторов, так как все условия исследований в Новосибирске и Норильске были идентичны, факторы же геогелиофизической обстановки были различными.

Синхронные исследования феномена ДМВ проведены в Норильске и Новосибирске по обычной методике в разное время года. Всего проведено 500 опытов, включая контроль. Анализ полученных результатов позволяет отметить некоторые особенности проявления «зеркального» ЦПЭ на широтах Норильска и Новосибирска. Это позволяет рассматривать гелиогеофизические воздействия на живые системы как параметры, обусловливающие синхронное проявление различных реакций в биосфере.

Для подтверждения изменений жизнедеятельности культуры клеток, обусловленных широтным перемещением, которое, как мы предполагали, связано с различной интенсивностью параметров гелиогеомагнитного поля Земли, мы провели подобные эксперименты в экспедиционных условиях на юге нашей страны —

в Симферополе на базе университета им. Фрунзе и в средней полосе — в Москве.

Жизнеспособность клеточного монослоя изучалась по тем же методикам синхронно (Москва — Новосибирск — Симферополь) на клеточной культуре RH. Особых различий при проведении синхронных экспериментов в Москве и Новосибирске не выявлено. При исследовании в Симферополе и Новосибирске, при идентичной гелиогеофизической обстановке, клеточный монослой в Симферополе рос энергичнее. Среднекалиберный диаметр ядра клетки в Симферополе был равен диаметру ядра в Новосибирске. Пик МА в Симферополе был несколько выше, чем в Новосибирске.

При исследовании действия сулемы на клеточный монослой получены следующие данные: в Новосибирске отмечалась гибель клеток при действии как 3 мкг/мл, так и 5 мкг/мл сулемы на суточный и двухсуточный монослой. В Симферополе наблюдалась та же картина (табл. 7).

Исследования ДМВ проводились синхронно по дням и часам суток в Новосибирске и Симферополе по ранее описанной методике.

Проведено 7 экспериментов по 25 опытов в каждом. С 20/VII 1977 г. по 20/VIII 1977 г. в Симферополе в зависимости от даты эксперимента и условий постановки опыта получен «зеркальный» ЦПЭ от 60 до 80%. Есть дни с отрицательным результатом. Все эксперименты и в Москве, и в Симферополе проведены в благоприятные месяцы для культуры ткани в ДМВ: весна—лето, т. е. тогда, когда на монослой и ДМВ влияли только благоприятные гелиогеофизические факторы.

Изучая жизнеспособность клеточного монослоя при широтных перемещениях, особенно в высоких широтах во время полярной ночи, мы еще раз убедились в том, что в проявлении феномена ДМВ существует строгая сезонность. Нами проанализировано проявление ДМВ за 11 лет и выявлена его коррелятивная зависимость от гелиогеофизических факторов.

При анализе экспериментального материала с 1966 по 1975 гг. выявлено, что существует строгая сезонная и суточная зависимость в проявлении межклеточных взаимодействий: в зимние месяцы эффект отсутствует, однако и для летнего периода наиболь-

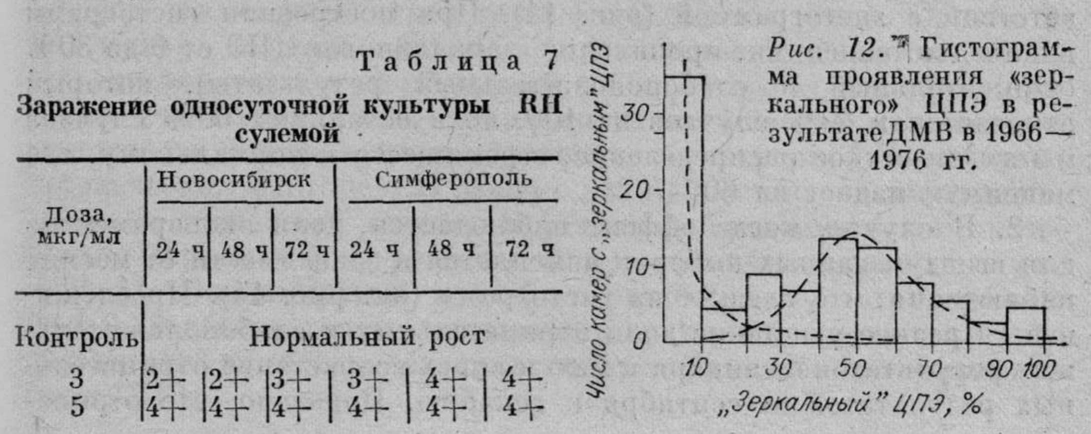


Таблица 7

Заражение односуточной культуры RH сулемой

Доза, мкг/мл	Новосибирск			Симферополь		
	24 ч	48 ч	72 ч	24 ч	48 ч	72 ч
Контроль	Нормальный рост					
3	2+	2+	3+	3+	4+	4+
5	4+	4+	4+	4+	4+	4+

Рис. 12. Гистограмма проявления «зеркального» ЦПЭ в результате ДМВ в 1966—1976 гг.

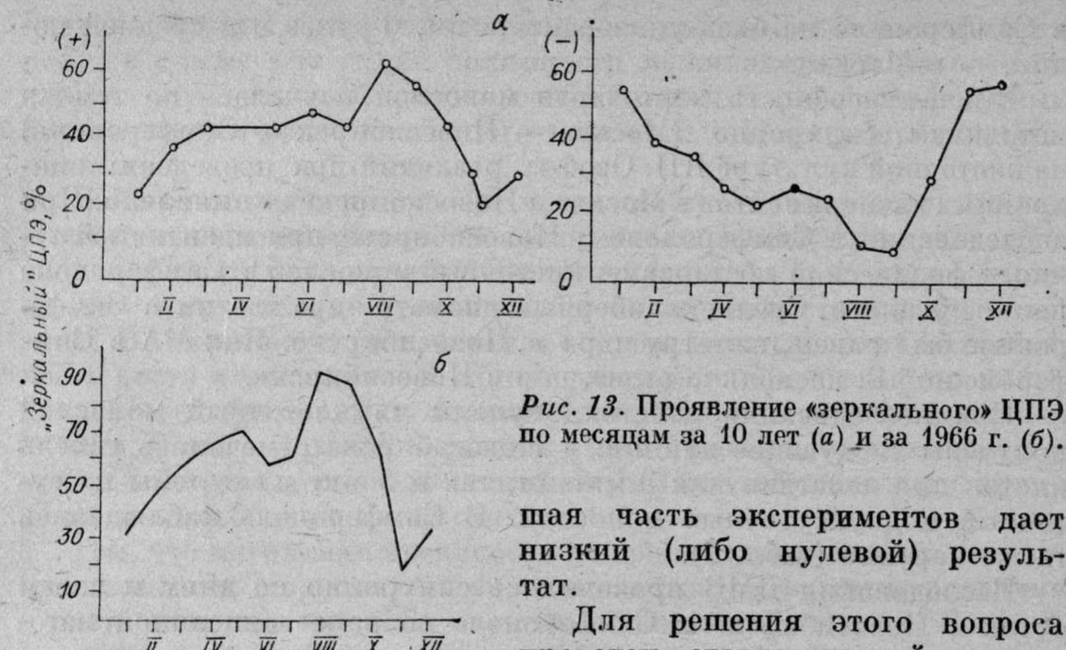


Рис. 13. Проявление «зеркального» ЦПЭ по месяцам за 10 лет (*а*) и за 1966 г. (*б*).

шая часть экспериментов дает низкий (либо нулевой) результат.

Для решения этого вопроса проведен статистический анализ результатов исследований «зеркального» ЦПЭ с целью выяснения вопроса — существует ли зависимость количества «положительных» результатов (когда эффект наблюдается) от месяца наблюдения. Накопленный материал позволяет решать этот вопрос в следующих направлениях: 1) по всему накопленному материалу без подразделения на месяцы и годы (рис. 12); 2) в приложении к сумме экспериментов, проведенных в течение фиксированного месяца за весь период, например, все эксперименты, проведенные в течение января — февраля и т. д. 1966—1976 гг. (рис. 13, *а*); 3) в приложении к сумме экспериментов, выполненных в течение одного года (рис. 13, *б*).

По результатам анализа можно отметить следующее.

1. В целом, если рассматривать все эксперименты за 10 лет независимо от месяца и года, оказывается, что почти в любом месяце наблюдаются как положительные, так и отрицательные результаты.

Существуют два распределения, связанные между собой в соответствии с гистограммой (рис. 14). При построении гистограмм видны две тенденции: проявление «зеркального» ЦПЭ от 0 до 30% (отрицательный и слабоположительный результаты), который отмечается в 40% случаев из 100, но в остальных 60% случаев мы имеем четкое распределение, стремящееся к нормальному, где максимум падает на 60—70%.

2. В случае, когда эффект наблюдается, доля экспериментов для вышеуказанных выборок изменяется в зависимости от месяца наблюдения, что следует из гистограмм (см. рис. 14). Прослеживается резкое угнетение доли отрицательных и слабоположительных результатов от января к маю и вновь возрастание отрицательных результатов от сентября к декабрю. Показано, что отрица-

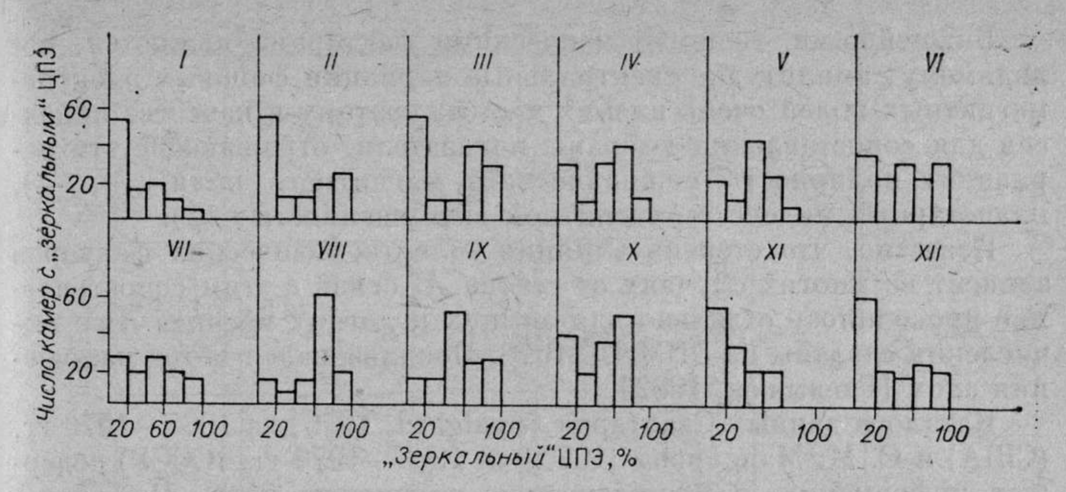


Рис. 14. Гистограммы проявления ЦПЭ по месяцам в среднем за 10 лет.

тельный результат есть всегда, но доля его в каждом месяце меняется.

3. Средний процент положительных экспериментов зависит от месяца наблюдения, при сопоставлении полученных нами гистограмм от месяца к месяцу (например, февраль, март, май, июнь и т. д.) (см. рис. 14).

Таким образом, существует сезонная зависимость «зеркального» ЦПЭ, проявление его носит диалектический характер, т. е. мы можем иметь как положительные, так и отрицательные результаты, но вероятность их в различные месяцы различна.

Многолетние исследования ДМВ показали, что «зеркальный» ЦПЭ наблюдается в среднем от 55 до 85% случаев для 5%-ного уровня значимости в зависимости от месяца года, но в то же время есть дни с «отрицательным» ($\leqslant$ 30%) результатом в месяцы с максимальным (в среднем 80%) проявлением «зеркального» ЦПЭ.

Анализ накопленного материала (свыше 12 000 опытов) показывает, что частичную невоспроизводимость экспериментов, осуществляемых при стандартных условиях, трудно объяснить только техническими или методическими погрешностями. Это хорошо согласуется с тем фактом, что воспроизводимость опытов для некоторых культур тканей обнаруживает отчетливый сезонный ход: «отрицательные» результаты чаще фиксируются зимой. Однако и для летнего периода, когда воспроизводимость опытов выше, часть экспериментов дает низкий (либо нулевой) результат, на что мы указывали выше. Такая ситуация наводит на мысль о возможности влияния на исход опыта неконтролируемых гелиогеофизических факторов. В связи с этим сопоставлена зафиксированная в описанных опытах величина наблюдаемого цитопатического «зеркального» эффекта с гелиогеофизическими индексами.

Б. М. Владимирский проверил совместно с сотрудниками Крымской обсерватории возможность влияния геомагнитной возмущенности на воспроизводимость экспериментов по «зеркальному» ЦПЭ.

Важнейшими гелиогеофизическими факторами являются, по-видимому, амплитудно-спектральные вариации фоновых электромагнитных полей очень низких частот, поэтому в качестве индексов для сопоставления выбраны показатели, отражающие эти вариации: полярность межпланетного магнитного поля (+, —), планетарный индекс геомагнитной возмущенности (*Ap*).

Известно, что степень влияния гелиогеофизических факторов зависит во многих случаях от сезона. В связи с этим сопоставление проводилось отдельно для зимних и летних месяцев. Все вычисления сделаны на ЭВМ ЕС-1020. Использовался метод наложения эпох [Гневышев, 1982].

Каталоги данных Свалгарда [Svalgard, 1976] за 1965—1976 гг. (США) и С. М. Мансурова [1976] за 1965—1976 гг. (СССР) содержат информацию о межпланетном магнитном поле. При переходе из сектора одной полярности в сектор другой меняется сразу несколько параметров, включая уровень магнитной возмущенности, амплитуду микропульсаций в некоторых частотных полосах, градиент потенциала. Установлено, что некоторые показатели жизнедеятельности организма (в частности, бактерий) чувствительны к изменению полярности, хотя конкретная причина этого неизвестна.

По методу наложенных эпох были построены кривые распределения числа случаев нахождения Земли в положительном и отдельно в отрицательном межпланетном магнитном поле, согласно данным С. М. Мансурова и других [1976], и сопоставлены с данными о воспроизведении «зеркального» ЦПЭ. Эти распределения были составлены отдельно от случаев, когда эффект ДМВ наблюдался и когда он отсутствовал. Результаты показаны на прилагаемых графиках (рис. 15).

Таким образом, можно заключить, что нахождение Земли в отрицательном межпланетном магнитном поле способствует возникновению эффекта, т. е. воздействию поврежденной культуры на здоровую.

Значения индекса *Ap* брались из международной сводки Solar geophysical data (США, 1965—1976 гг.). Смысл этого индекса — усредненный по ряду магнитных станций размах колебаний горизонтальной компоненты геомагнитного поля. Для спокойных условий $Ap \approx 2—5$; магнитной буре соответствует $Ap \approx 50$. Оказалось, что для экспериментов, в которых ДМВ отсутствовало, *Ap* повышен и понижен для всех тех случаев, когда результат эксперимента положителен, т. е. «зеркальный» ЦПЭ проявляется в 70—80% камер детектора.

При анализе индекса вспышечной активности Солнца (*F*) установлено, что большие значения этого индекса имеют тенденцию сопутствовать «отрицательным» опытам, т. е. «зеркальный» ЦПЭ отсутствует.

Во всех изученных сериях опытов влияние гелиогеофизических факторов хорошо заметно; оно зависит от вида культуры тканей. Истолковать обнаруженные эффекты в настоящее время затрудни-

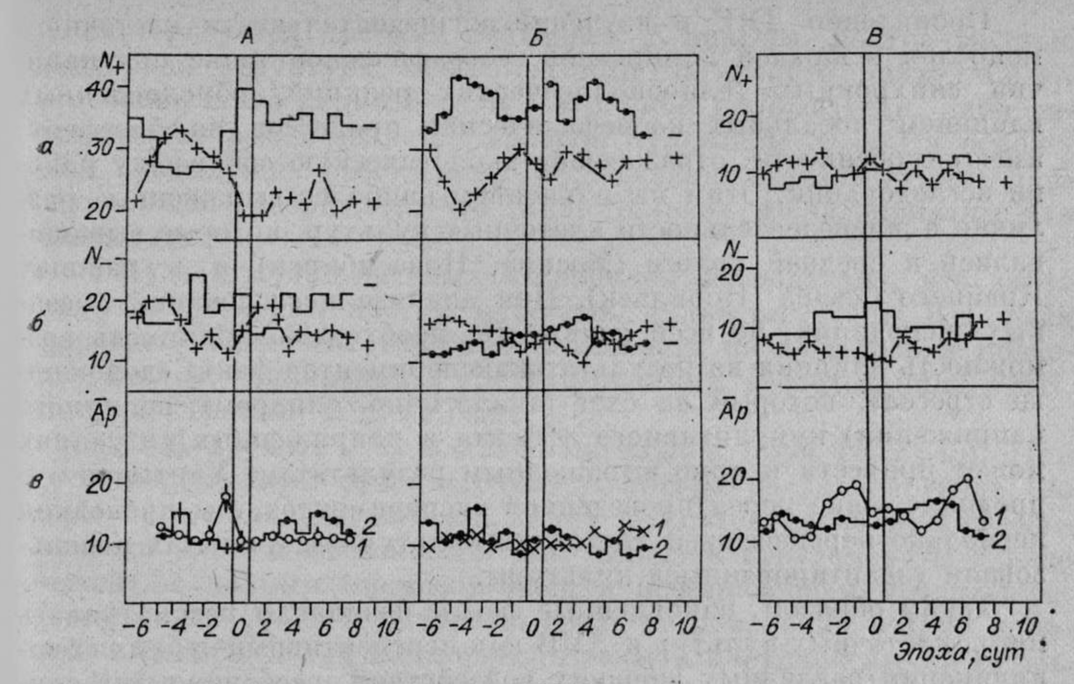


Рис. 15. Анализ проявления ДМВ методом наложения эпох.

В клеточной культуре: *А* — ФЭЧ за 1965—1976 гг., *Б* — КЭ за 1965—1972 гг., *В* — НЕр-2 за 1971—1977 гг.; *а* — распределение полярности межпланетного магнитного поля для «положительных» опытов, в которых «зеркальный» ЦПЭ проявлялся в ⩾ 30% всех пар камер; *б* — распределение полярности межпланетного магнитного поля для «отрицательных» опытов («зеркальный» ЦПЭ не проявлялся); *в* — распределение *Ap*-индекса для «удачных» (*1*) и «отрицательных» (*2*) опытов.

тельно. Однако можно заметить, что практически во всех случаях успешные опыты чаще приходятся на дни отрицательной полярности межпланетного магнитного поля. Если это характерно для разных видов клеток, то в дни отрицательной полярности межпланетного магнитного поля клетки исследуемых культур тканей должны испытывать некоторое «адаптационное напряжение». На этом фоне наблюдение «зеркального» ЦПЭ должно иметь больше шансов на успех. Непосредственно действующий фактор — электромагнитное поле — может влиять при этом на ферментные системы клеток, очень чувствительные к изменениям параметров поля.

Таким образом, ретроспективное сопоставление эффекта ДМВ с гелиогеофизическими индексами позволило выявить коррелятивную связь феномена ДМВ с полярностью магнитного поля; возмущение геомагнитного поля за несколько дней до посадки также влияет на проявление эффекта. Кроме того, оказалось, что при больших значениях индекса (большие вспышки на Солнце) эффект ДМВ слабее. Действительно, нами отмечено, что в годы активного Солнца (1969, 1980) проявление феномена крайне нестабильно: изменяется сезонная зависимость проявления «зеркального» ЦПЭ, а в благоприятное время года чаще дни с 90—100%-ным проявлением «зеркального» ЦПЭ и дни, когда «зеркальный» ЦПЭ отсутствует.

Проявление ДМВ и изучение жизнедеятельности клеточного монослоя в каждой конкретной географической точке при наличии синхронных гелиобиологических реакций, обусловленных влиянием глобальных космофизических процессов на биосферу, имеют особенности, отражающие экологическую специфику района исследований. Этим мы объясняем наиболее выраженные различия в жизнедеятельности клеточных культур, которые выращивались в средней полосе (Москва, Новосибирск) и в районах Крайнего Севера (Норильск). При анализе исследований выездных экспедиций, по всей видимости, необходимо принимать возможность влияния на результаты экспериментов факта «дорожного стресса», который за счет (аналогично синдрому полярного напряжения) кумулятивного эффекта в напряженных ситуациях может привести к ярко выраженным результатам. Учитывая это предположение перед проведением экспериментов, мы проводили несколько перепассажей клеточной культуры и в опытах использовали «адаптированные» культуры.

Таким образом, накопленные факты позволяют рассматривать метод клеточных культур и ДМВ как перспективный тест для биоиндикации различных внешних воздействий, особенно в тех случаях, когда природа действующих факторов сложна и многообразна или же недостаточно ясна. Достоверные методы биоиндикации приобретают большое значение в связи с развитием экологических исследований, требующих количественной оценки биологических реакций на уровне целых биосистем, проявляющих свойства интегративности. Эта методика весьма перспективна для биологических исследований в космическом пространстве.

Полученные данные представляют фрагмент работ, характеризующий проявление жизнедеятельности клеточного монослоя и ДМВ в период максимума солнечной активности. Эксперименты продолжаются, причем метод биоиндикации с помощью клеточных культур используется нами как для проведения регулярных исследований (т. е. создается своеобразный «биокалендарь»), так и для оценки влияния на биосферу неординарных и редких космофизических процессов.

На территории Сибири 31/VII 1981 г. наблюдалось полное солнечное затмение, в период которого были проведены медико-биологические исследования ИКЭМ СО АМН СССР, Биологическим институтом СО АН СССР и учреждениями ВАСХНИЛ.

В лаборатории биофизики ИКЭМ СО АМН СССР изучали жизнеспособность клеточного монослоя в период с 15/VII по 7/VIII. Предполагалось выявление особенностей жизнедеятельности клеток ткани по различным параметрам, определялись плотность роста, митотическая активность, а также проводились гистохимические исследования на содержание РНК, белков, липидов, гликогена в клетках монослоя.

Изменение гелиогеофизических параметров (по сводке Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР) в период экспериментов (15/VII—7/VIII 1981 г.)

характеризуется высоким значением K-индекса, нейтральностью секторной структуры межпланетного магнитного поля (ММП): в течение всего периода знак ММП либо положителен, либо неопределен, резко меняется уровень пульсаций P_c3. На основании предыдущих собственных исследований и литературных данных можно утверждать, что такие условия неблагоприятны для живых систем.

Результаты проведенных экспериментов показали, что за 15 дней до затмения клетки монослоя культуры ткани RH были жизнеспособны: митотическая активность наблюдалась в пределах нормы; отклонений в гистохимических исследованиях РНК, липидов, белка и т. д. не было.

25/VII 1981 г. наблюдалась магнитная буря ($K = 49$). При этом первые 2—3 сут клеточная культура росла энергично (по всем параметрам), а затем к концу 4-х суток погибла: морфологически клеточный монослой был стянут в конгломераты в виде «ежей», с полным пикнозом ядер и исчезновением цитоплазмы. Посаженная 29/VI культура выросла до появления редких колоний и погибла с той же морфологической картиной на 3-и сутки.

Посаженные в день солнечного затмения 31/VII клетки росли очень плохо: монослой не образовывался, на препаратах отдельные клетки, единичные митозы. Через 4 сут клетки погибли с той же морфологической картиной.

Угнетение роста клеток в монослое продолжалось в течение 15—17 дней после солнечного затмения.

В марте 1982 г. наблюдалось редкое событие (оно происходит один раз в 179 лет), когда восемь планет Солнечной системы выстроились в линию по одну сторону от Солнца (т. е. расположены в малом телесном углу),— так называемый «парад планет», когда планеты Меркурий, Земля, Марс и т. д. по одну сторону Солнца и Венера по другую. Обычно такое событие совпадает с годами максимума солнечной активности (1980—1981 гг.). Характер солнечно-атмосферных связей зависит во многом от начальных условий в атмосфере, от сезона, от широты и далее от вида поверхности Земли (горы, океан), а затем от структуры ММП, фазы векового и более коротких циклов солнечной активности, характеристики солнечного ветра и положения Земли относительно корпускулярных потоков. В ноябре 1982 г. вновь наблюдалось аналогичное явление, но планеты и Солнце располагались в другом порядке: Земля, Солнце, Меркурий, Венера и т. д. Нами в лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования поведения и жизнеспособности клеточного монослоя культуры ткани RH (перевиваемая культура человеческой почки). Исследования проводились по методике, описанной ранее. Как в марте, так и в ноябре в течение месяца наблюдалось угнетение роста монослоя; в период «парада планет» клетки плохо прикреплялись к стеклу, резко падала митотическая активность, на стекле вырастали отдельные клеточные островки — колонии, монослоя не образовывалось, и на 3—4-е сутки такой редкий монослой

приобретал «ежеподобную» картину, клетки, погибая, отслаивались от стекла. При снятии такого монослоя за сутки до гибели оказывалось, что клетки к стеклу не прикреплялись, некоторое время оставались живыми во взвеси. При гистохимическом исследовании первые 2 сут в клетках обнаруживалось большое количество гликогена, затем клетки начинали накапливать липиды, и к концу 4—5-х суток (т. е. к моменту гибели) клетки были заполнены включениями липидов.

Таким образом, по нашим данным, гелиогеомагнитная обстановка в исследуемой широтной точке играет значительную роль в жизнедеятельности клеточного монослоя и в проявлении ДМВ. На основании признания ведущей роли геомагнитного поля в жизнедеятельности живых объектов становится понятной синхронность гелиобиологических реакций, но вместе с тем возникают вопросы: какие именно параметры оказывают существенное влияние на жизнедеятельность живых организмов; каковы количественные и качественные особенности изолированного и комбинированного воздействия этих параметров на биосистемы. На эти вопросы можно в значительной мере ответить при проведении синхронных экспериментов с использованием искусственных электромагнитных полей с заданными параметрами. Особый интерес представляют эксперименты, в которых делается попытка исключить действие внешних полей или, по крайней мере, значительно ослабить их влияние. Подобная задача и явилась целью наших дальнейших исследований.

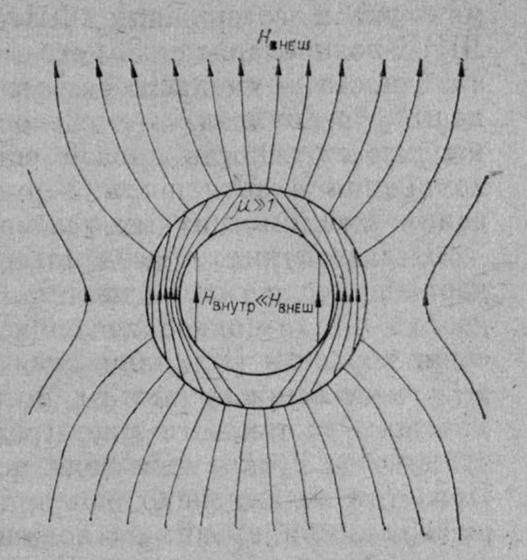
Глава 8

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГИПОМАГНИТНЫХ УСЛОВИЯХ

В настоящее время бесспорен факт высокой чувствительности к ЭМП различных частот у организмов всей эволюционной иерархии от одноклеточных до человека. Однако в большинстве магнитобиологических работ изучалось влияние на разные биологические объекты искусственных постоянных или переменных магнитных полей, по интенсивности значительно превышающих геомагнитное поле. Биологические же эффекты гипомагнитных полей изучены мало, и сведения относительно возможных последствий пребывания различных биологических объектов в таких полях противоречивы.

Защита от действия внешних ЭМП может проводиться двумя способами — активным и пассивным.

Рис. 16. Действие ферромагнитного экрана.



Активная защита заключается в том, что чувствительный прибор измеряет величину внешнего поля и управляет током в катушках, которые создают магнитное поле, равное по величине и направленное противоположно действующему; тем самым компенсируется действие внешнего поля.

Однако из-за размеров катушек активная защита работает хорошо лишь на низких частотах, поэтому наряду с активными методами защиты от магнитных полей применяется пассивный, заключающийся в экранировании от внешних полей. Существует три типа экранов: из материалов с высокой электропроводностью (алюминий, медь), сверхпроводящие и ферромагнитные [Введенский, Ожогин, 1982].

Ферромагнитный экран — наиболее употребительный тип магнитной защиты в технике. Действие его основано на том, что магнитный поток через сечение экрана концентрируется в стенках с высокой магнитной проницаемостью и тем самым ослабляет поле во внутреннем пространстве (рис. 16). Уменьшение внутреннего поля (в случае, когда $H_{внутр} \ll H_{внеш}$) дается выражением $H_{внутр} / H_{внеш} = D/a\mu$, где D — диаметр экрана, a — толщина стенки, а μ — магнитная проницаемость материала стенки. Экранировка тем лучше, чем выше проницаемость, которая может достигать 10^5 у сплавов типа μ-металл или пермаллой. Кажущееся очевидным из формулы улучшение экранировки при увеличении толщины стенки не является оптимальным решением, много больший эффект дает применение многослойных экранов с промежутками между слоями, тогда общий коэффициент экранировки получается перемножением коэффициентов отдельных слоев.

Работы по экранированию магнитного поля были начаты еще А. Л. Чижевским, который отмечал увеличение смертности крыс после помещения их в экранированное пространство.

В исследованиях, проведенных в нашей стране с белыми крысами, помещенными в магнитное поле напряженностью 50—100 нТ, были выявлены изменения в содержании общего белка, РНК, липидов в печени, а также активности некоторых клеточных ферментов печени и селезенки [Галантюк, 1975]. Гистохимические исследования белых крыс, в течение 8 и 70 дней находившихся в гипомагнитном поле напряженностью 0,01 Э, показали, что содержание нуклеиновых кислот в печени не изменялось при 8-дневном пребывании в гипомагнитном поле. Не обнаружено из-

менений в содержании ДНК суммарного белка, количества ШИК-полисахарида. Заметны были изменения ферментативной активности — уменьшалась активность СДГ (сукцинатдегидрогеназы), увеличивалась активность щелочной фосфатазы, в то время как активность кислой оставалась неизмененной. Выявлены изменения в активности ферментов и после 30-дневного пребывания в гипомагнитных условиях [Шуст, Костиник, 1975].

Исследования, проведенные на белых мышах линии CBA, содержащихся в гипомагнитных камерах с напряженностью от 115 до 116 γ в течение 3 мес, показали, что общее состояние мышей было хорошим [Нахильницкая и др., 1978]. По данным авторов, животные были подвижны, потребление пищи и воды ими не отличалось от такового в контроле. По окончании экспозиции сразу и через сутки производились гематологические исследования. При этом не выявлено изменений в морфологическом составе периферической крови: на количестве эритроцитов, ретикулоцитов, гемоглобина, лейкоцитов. Пребывание животных в гипомагнитном поле не отражалось и на содержании в их крови электролитов. Не отмечено значительных различий в концентрации ионов K — Na в крови опытных и контрольных животных. Существенные различия отмечены лишь в регистрации двигательной активности мышей после удаления их из гипомагнитного поля. У мышей, экспонировавшихся в гипомагнитном поле, число движений было снижено почти вдвое по отношению к контролю. Одновременно с уменьшением двигательной активности отмечены изменения мышечной работоспособности мышей после пребывания в гипомагнитных условиях, которая оценивалась методом плавания [Стрижижевский, 1978]. Исследование показало, что пребывание животных в течение 1,5 мес в гипомагнитных условиях не вызывало существенных изменений в их работоспособности. У животных, находившихся в гипомагнитном поле в течение 3 мес, отмечено снижение работоспособности [Стрижижевский, 1978].

Изучались также суточная ритмика митотической активности эпителия роговицы, содержание в крови лейкоцитов и эритроцитов. Результаты исследований через каждые 3 ч на 88-е и 90-е сутки пребывания в гипомагнитном поле показывают, что суточные кривые митотической активности эпителия роговицы опытных и контрольных мышей идентичны. Особенно значительные различия приходились на максимумы митотической активности. Величина митотического индекса либо увеличивалась у опытных мышей, либо уменьшалась от опыта к опыту. В периоды минимума митотической активности различия были статистически не достоверны. Ход суточной кривой в содержании лейкоцитов в крови у опытных и контрольных животных был одинаков.

В результате воздействия магнитных полей (напряженность 10 000 нТ) на кроликов в течение 30 сут наблюдалось состояние гиперкоагуляции, проявляющееся в укорочении времени свертывания крови, повышении адгезивности тромбоцитов, активации

фактора XII и толерантности плазмы к гепарину [Забродина, 1971]. При изучении динамики лейкоцитарных сдвигов у экспериментальных животных при кратковременном экранировании установлены не только заметные количественные изменения лейкоцитов крови, но и выраженные сдвиги в лейкоцитарной формуле [Сосудов и др., 1966].

При длительном же содержании кроликов и их потомства в гипомагнитном поле (меньше геомагнитного поля в 600 раз) [Копанев и др., 1979] обнаружено, что у животных, развивавшихся в гипомагнитных условиях, увеличивается смертность, нарушается процесс роста и снижается общая двигательная активность по сравнению с контролем. У подопытных крольчат выявлены дистрофические изменения в печени и миокарде, выраженные нарушения тучноклеточного аппарата в слизистой желудка и 12-перстной кишки, дифференцировки клеток миокарда. Обнаружено снижение активности ключевых ферментов цикла Кребса, пентозного цикла и пластического обмена в жизненно важных внутренних органах. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что, возможно, в этих условиях происходит нарушение синтеза белка и нуклеиновых кислот.

В гипомагнитном поле, скомпенсированном с помощью колец Гельмгольца на 95%, мухи меняли характер своей ориентации при посадке и отдыхе [Becker, 1963]. Имеются сведения об изменении в экранированном гипомагнитном поле танца пчел, посредством которого они сообщают друг другу о месторасположении взятка [Холодов, 1978б].

Наблюдения за 12 поколениями *Drozophila melanogaster*, живущих в ослабленном в 100 раз геомагнитном поле, показали, что первые 7 поколений потомства мух, приходящихся на одну родительскую пару, в геомагнитном поле достоверно малочисленнее, чем в контроле. Однако в дальнейшем количество особей на каждую родительскую пару увеличивается. Авторы предполагают, что это может свидетельствовать о некотором адаптивном процессе, который завершается с течением времени при новых магнитных условиях среды обитания.

Отмечается некоторое ускорение развития мух в гипомагнитном поле к 9—10-му поколению. Кроме того, достоверно увеличивается смертность *Drozophila virilis* в экранированной камере (коэффициент ослабления 10), по сравнению с контролем, на 25-й день опыта, а с 31-го дня опыта продолжительность жизни мух в камере увеличивается по сравнению с контролем [Афонина и др., 1973].

Действие ослабленного магнитного поля на рост растений исследовалось П. П. Чуваевым [1969]. Семена ржи, кукурузы и бобов проращивались в темноте в течение 7—10 дней в магнитном поле, создаваемом с помощью колец Гельмгольца или специального соленоида с квадратным сечением. Величина поля варьировала внутри колец в пределах $5 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}$ Э, в соленоиде до 10 Э и в пермаллоевых камерах до $10^{-4} - 10^{-5}$ Э. Авторам удалось показать, что в гипомагнитном поле семена ржи и гречихи прораста-

ют и их рост происходит в общем с такой же скоростью, как и в ГМП. Зародышевые корешки в гипомагнитном поле крупнее по диаметру. Большой диаметр корешка в сверхслабом поле обусловлен задержкой в нем дифференциации тканей. Кроме того, сохраняется более широкий слой первичной коры, поверхность которой покрыта опухолевыми образованиями.

При изучении ростовых реакций проростков проса в гипомагнитных полях наблюдается достоверное угнетение роста корня. Длина корешков ячменя, вики и гороха, растущих в ослабленном геомагнитном поле, достоверно меньше, чем в контроле. Эта разница проявляется уже к 48-му часу прорастания и сохраняется до 72 ч. Корешки в ослабленном магнитном поле чаще имеют хаотичное направление (изгибы кончиков в различные стороны) [Травкин, 1978].

Высокая магниточувствительность микробов экспериментально обнаружена при культивировании их в условиях ослабленного магнитного поля. После 4-недельного выращивания азотобактера в магнитном поле порядка 10^{-3} — 10^{-5} Э, созданном с помощью колец Гельмгольца, выявили в культуре большое количество бескапсульных гигантских клеток и формирование на питательных средах мелких сухих колоний [Чуваев, 1969].

Различную степень вариации биологических свойств бактерий в сверхслабом магнитном поле наблюдали в ряде экспериментов при экранировании металлическим экраном. В экспериментах обнаружено изменение скорости образования флокул и ферментативной активности дрожжей.

Обстоятельные работы Ю. Н. Ачкасовой, Б. М. Владимирского [1973] и других показали, что в экранированном от геомагнитного поля пространстве у эшерихий, шинелл, сальмонелл, клебсибелл и стафилококка после длительных пассажей увеличивается интенсивность размножения микроорганизмов и биохимическая активность. У некоторых видов бактерий ускоряется развитие антибиотикорезистентности.

При исследовании биологического действия слабых (0,5 Э) и сверхслабых (10^{-5} Э) магнитных полей установлено, что почти у всех 16 видов изученных бактерий нарушение обмена веществ сочеталось после 12—30 пассажей с изменением ряда видовых признаков и свойств. При этом нарушался характер роста бактерий [Павлович, 1975; Червинец, 1973]. Наиболее глубоким структурным изменениям подвергался золотистый стафилококк 209-Р, в культуре которого на 18-м пассаже в сверхслабом магнитном поле около 10% колоний ослизнялись и сегментарно лизировались. Значительная часть колоний стафилококка утрачивала гемолитические свойства и типичную пигментацию на 34-м пассаже. Опытные культуры стафилококка нередко теряли фибринолитическую и коагулирующую активность, у некоторых из них возрастала устойчивость к пенициллину.

Эти фенотипические проявления, однако, имели преходящий характер и при последующих пассажах в обычных условиях исче-

зали, что указывает на ненаследственную изменчивость, не связанную с реорганизацией генома бактерий. Есть наблюдения, свидетельствующие о влиянии гипомагнитного поля на генетический аппарат микробной клетки. Частота *R*-передачи у кишечной палочки (*E. coli*), произраставшей в сверхслабом магнитном поле, изменялась только после 56 пассажей: вначале она повысилась в 3—4 раза, а затем — в 10 раз. Отмечается также, что ослабление в 160 раз естественного электромагнитного поля повышает устойчивость кишечной палочки к УФ-лучам в 4 раза. Этот эффект зависит от дозы облучения и продолжительности экспозиции в гипомагнитных условиях [Алферов, Кузнецов, 1981].

При исследовании лизогенных бактерий *E. coli* К-12 получены данные о ДНК-тропном действии колебаний напряженности магнитного поля [Трипузов, Мамыкин, 1969]. Непрерывное культивирование в пермаллоевой камере лизогенных бактерий в течение 186 дней сопровождалось 2—10-кратным возрастанием количества свободного фага.

Таким образом, микроорганизмы обладают высокой чувствительностью к изменению внешнего магнитного поля, ослабление его является биологически активным фактором, способным не только вызывать модифицированную изменчивость, но и влиять на генные структуры бактерий. В работах по магнитобиологии, исследующих тканевые культуры, получено достаточно много фактов о влиянии ослабленного магнитного поля на физиологию клетки.

В экспериментах на клеточных культурах обнаружено, что рост HeLa, KB, культур китайского хомячка и куриных эмбрионов не изменялся при 4-дневной экспозиции в гипомагнитном поле [Halpern, Van Dyke, 1966].

Более длительные исследования по культивированию клеток тканевых культур (нормальных и злокачественных) в экранированном пространстве показали, что клетки тканевых культур реагируют на пребывание в ослабленных полях [Сосунов и др., 1966].

Отсутствие однозначных результатов в этих исследованиях может быть, по-видимому, связано со многими обстоятельствами. Одним из них, возможно, являются существенные различия в условиях проведения экспериментов (способ и продолжительность экранирования, напряженность магнитного поля, вид испытываемого биологического объекта, его способность, биологический возраст клеточной популяции и т. д.), приводящие к тому, что получаемые разными исследователями результаты подчас трудносопоставимы.

Цель настоящей работы — изучить жизнедеятельность клеточной культуры, длительно культивируемой в условиях экранирования от внешних электромагнитных действий.

Наши исследования проводились в гипомагнитной камере, состоящей из двух вложенных друг в друга герметичных ферромагнитных экранов прямоугольной формы, стенки которых набраны из шести пермаллоевых и пяти медных пластин каждая с оксид-

ной изоляцией между ними. Внутренние и внешние стороны стенок представляют собой пластины из текстолита. Динамический коэффициент экранирования в полосе частот от 0,1 до 40 Гц для внутреннего экрана не менее 1000, для внешнего не менее 100. При непосредственном измерении статического коэффициента экранирования с помощью магнитометра (чувствительность которого 50 нТ) магнитное поле внутри камеры не обнаруживается.

Эксперименты проводились на культурах клеток первичных и перевиваемых, злокачественных и нормального метаболизма: RH — почка эмбриона человека, ФЭЧ — фибробласты эмбриона человека, М-15 — фибробласты китайского хомячка, Fl — клетки амниона человека, НЕр-2 — карцинома гортани. Культуру клеток выращивали в матрасах Ру по общепринятой методике в среде 199 с 10% сыворотки крупного рогатого скота и антибиотиками в концентрации 100 ед./мл. Для ведения опытного и контрольного монослоя использовали одни и те же серии питательных сред. Посадочная концентрация взвеси — 80 тыс. клеток в 1 мл питательной среды.

Исходную маточную клеточную культуру рассаживали на два монослоя, один из которых помещали в гипомагнитную камеру («гипомагнитная» культура), другую оставляли в том же термостате вне камеры (контрольная культура). Опытный монослой находился в гипомагнитной камере на протяжении 10—12 пассажей. Каждые 4—5 дней производили параллельную пересадку опытной и контрольной ткани, отсаживая клетки в пенициллиновые флаконы с вложенными в них стеклами для цитологического анализа.

В контрольной и опытной культурах клеток подсчитывали митотический индекс, определяли в каждом случае количество митозов не менее чем в 300 полях препарата. Определяли также индекс пролиферации и плотность роста клеточной популяции на стекле с помощью морфометрической сетки С. Б. Стефанова [1974а]. Кроме того, проводили гистохимическое исследование процесса образования и накопления в клетках нейтральных липидов, для чего использовали окраску клеточного монослоя суданом (III—IV).

Определяли морфологические особенности клеток, растущих в экранированном пространстве, их форму и размеры, наличие зернистости, патологические митозы, ориентировку метафазной пластинки в препарате.

Исследовали чувствительность «гипомагнитного» клеточного монослоя к двухлористой ртути (сулеме), а также процесс восстановления клеточной культуры при прекращении экранирования гипомагнитного поля. Степень влияния экрана оценивалась по разнице величин в опыте и контроле. Статистическую достоверность результатов определяли по доверительным интервалам с уровнем достоверности 95% ($P < 0{,}05$), взятым из таблиц Стрелкова.

Проведено 12 серий экспериментов с клеточными культурами RH, ФЭЧ, М-12, Fl и НЕр-2.

В «гипомагнитной» культуре, начиная с 4—5-го пассажа (16—25-й день эксперимента), начинают появляться признаки неспецифической дегенерации: клетки долго не разворачиваются на стекле, поздно начинают делиться, они имеют более плотное, иногда пикнотически сморщенное ядро, окруженное узким ободком цитоплазмы. В последующих пассажах монослой экранированной культуры сильно разрежен, клетки приобретают отростчатую нейроподобную форму, ядра уплотнены, встречается много дегенерирующих клеток с лизированными или пикнотически сморщенными ядрами. Митотические клетки меньших размеров плотнее, чем обычно, похожи на пикнозы. С 4—5-го пассажа в опытной культуре встречаются многоядерные и гигантские полиплоидные клетки, а также много патологических многополюсных митозов, ацентрических фрагментов и мостов в стадии анафазы.

Спустя 2 сут после посадки в «гипомагнитной» культуре только-только начинают образовываться клеточные колонии, тогда как в контрольной ткани за то же время и при той же посадочной концентрации уже вырастает ровный густой монослой (фото 16).

С начала эксперимента и до 5—6-го пассажа митотический индекс клеточной культуры, растущей в гипомагнитной камере, значительно, иногда в 1,5—2 раза, выше контрольного. Такое положение сохраняется до 18—20-го дня пассирования, а затем митотический индекс опытного монослоя редко падает, и уже до конца эксперимента (до полной дегенерации культуры) он всегда ниже, чем в контрольном монослое.

Обе культуры («гипомагнитная» и контрольная) имеют синхронный пик митотической активности, приходящийся на 48 ч, причем смещение пика на 24 ч происходит одновременно. Обе кривые митотического индекса на протяжении всего опыта хорошо коррелируют между собой (рис. 17, *а*). Проведенные исследования не выявили разницы в ориентировке метафазной пластинки в опытных и контрольных препаратах.

Плотность роста на стекле при одной и той же посадочной концентрации у опытного монослоя всегда меньше, чем в контроле, причем от пассажа к пассажу эта разница возрастает от 1,5—2,5 до 8—10 раз. С 7-го пассажа плотность роста клеток в гипомагнитной камере перестает нарастать по часам, а к 10-му пассажу опытная культура погибает, тогда как контрольный монослой еще остается жизнеспособным (рис. 17, *б*).

Индекс пролиферации (отношение числа выросших клеток к числу засеянных) у «гипомагнитной» ткани постепенно понижается от 3,25 до 0, оставаясь в контрольной культуре сравнительно стабильным — 2,25—4,25.

Отмечается заметное снижение адгезивной способности «гипомагнитного» клеточного монослоя, а также значительное уменьшение продолжительности версенизации культуры (процесса отделения клеток от стекла под действием раствора версена при пересадке) — до 0,5—1 мин.

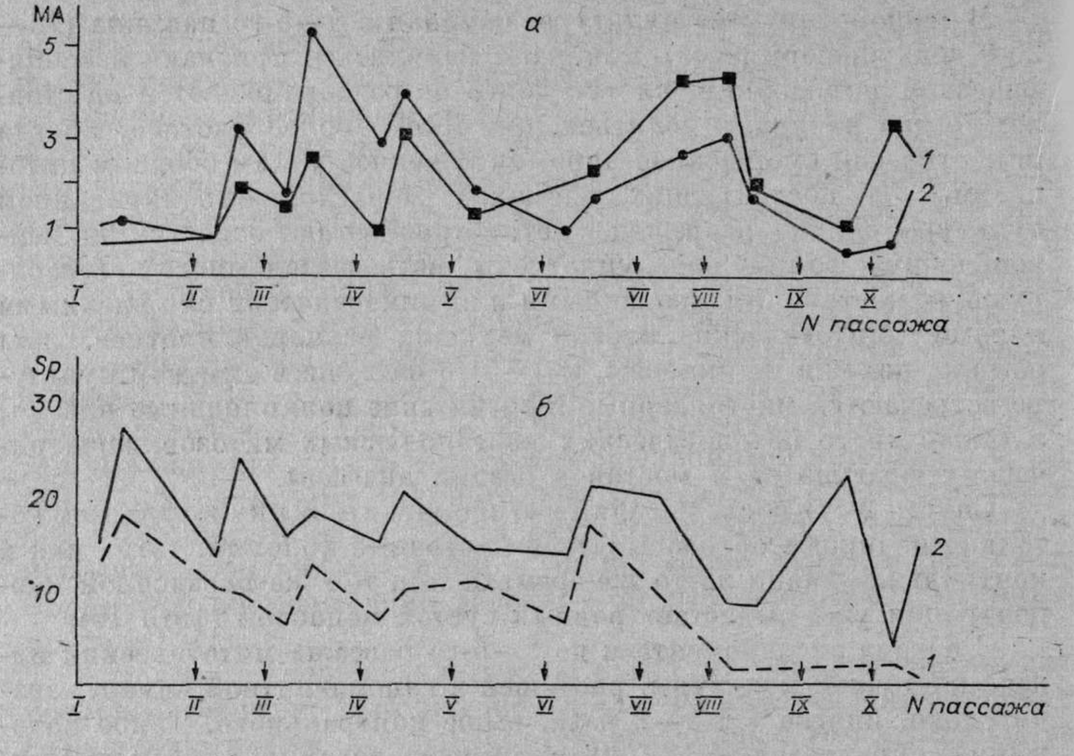


Рис. 17. Изменение МА — митотической активности (*а*) и *Sp* — плотности роста монослоя (*б*) при культивировании клеток в гипомагнитных условиях. *1* — контроль; *2* — гипомагнитная обстановка.

Гистохимические исследования выявили повышенное по сравнению с контролем накопление нейтральных липидов в клетках культуры, растущей в экранированном пространстве. Более четко эта разница проявляется с 5—6-го пассажа, когда показатели «гипомагнитной» культуры выше контрольных в 7—9 раз.

Часть клеток опытной культуры при очередном перепассаже (7) была отсажена в другой матрас и возвращена в условия ГМП. При этом через 8 дней (2-й пассаж) культура полностью восстановила нормальную морфологическую картину и не отличалась от контрольного монослоя. Клетки теряли отростчатую форму, округлялись, начинали интенсивно делиться, образуя новые колонии и по плотности роста приближаясь к контролю.

В экспериментах с обработкой клеточного монослоя раствором двухлористой ртути (сулемой) нас интересовало влияние экранирования на устойчивость культуры к этому экстремальному агенту. Для этого суточный монослой, контрольный и опытный, поражали раствором сулемы, достигая конечной концентрации двухлористой ртути 1, 3, 4, 5 и 7 мкг/мл питательной среды. На 4-е сутки роста клетки фиксировали, окрашивали обзорными красителями и учитывали полученный сулемовый ЦПЭ по реакции клеток, которая проявляется в дезинтеграции монослоя, зернистой и вакуольной дистрофии клеток, кариопикнозе и завершается тотальной гибелью монослоя.

Всего проделано шесть серий опытов по определению резистентности «гипомагнитной» культуры к сулеме на 1, 3, 7, 9 и 12-м пассажах. Установлено, что чувствительность опытного монослоя выше, чем контрольного. Уже при концентрации сулемы 1—2 мкг/мл среды отмечается реакция ЦПЭ = 50%, а при 3—4 мкг/мл — полная гибель монослоя — ЦПЭ = 100%. Тогда как в контрольной культуре при концентрации 3—4 мкг/мл появлялись лишь единичные клетки с морфологической картиной «сулемовой гибели», а ЦПЭ = = 100% наблюдался лишь при концентрации сулемы 6—7 мкг/мл. Это говорит о том, что гипомагнитная среда понижает порог чувствительности клеток к сулеме — одному из клеточных ядов.

Культура ткани, выращенная в гипомагнитных условиях, использовалась нами в опытах по ДМВ в качестве детектора дистантных взаимодействий. Оказалось, что эффективность ДМВ при такой постановке эксперимента значительно возрастает («зеркальный» ЦПЭ проявляется в 95—96% парах камер), т. е. чувствительность «гипомагнитной» культуры к специфическому сигналу, закодированному в сверхслабом излучении пораженных клеток, возрастает.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные позволяют расценивать гипомагнитную среду как фактор, обладающий выраженной биологической активностью для клеток культуры ткани.

Значительное увеличение митотической активности свидетельствует о том, что глубокое и длительное экранирование культуры приводит к изменению жизнедеятельности клеточного монослоя. Увеличение числа патологических митозов в опытной «гипомагнитной» культуре свидетельствует об изменении различных механизмов митоза, в частности о нарушении нуклеопротеидного обмена клетки. В гипомагнитной камере уменьшается прочность прикрепления клеток к стеклу, индекс пролиферации постепенно понижается до нуля, т. е. идет угнетение процессов жизнедеятельности клетки с развитием дегенерации культуры и гибелью клеточного монослоя. Ниже приводим количество клеток, снятых с матраса (млн.):

№ пассажа	Контроль	Гипомагнитная камера (экранирование в 10^5 раз)	№ пассажа	Контроль	Гипомагнитная камера (экранирование в 10^5 раз)
1	16	13	6	17,5	9
2	13	19	7	10	6,5
3	12	10	8	9	3,7
4	14	8	9	9	3,5
5	15	9	10	10	Живых клеток нет

Обратный характер развивающейся дегенерации (при переносе культуры в условия естественного электромагнитного поля) подтверждает тот факт, что именно экранирование явилось причиной его развития.

Анализ данных, полученных в 1983—1984 гг., показывает, что падение напряженности геомагнитного поля отражается на жизне-

деятельности весьма многообразных типов клеток. Приведем данные по трем разновидностям клеточных культур. Наиболее чувствительной к гипомагнитной обстановке оказывается клеточная культура ФЭЧ. Она дегенерирует к 3—4-му пассажу. Менее чувствительна перевиваемая культура RH, дегенерирующая только к 10-му пассажу и до 5-го пассажа дающая «усиление» роста в 2—12 раз. Более стойкой оказывается клеточная культура HEp-2. Она растет активнее контрольной примерно в 1,5—3 раза до 7-го пассажа, а после этого выдерживает уменьшение напряженности внешнего магнитного поля до 10—12-го пассажа.

Кроме жизнеспособности клеточной культуры в экранированных условиях, изучена ритмика клеточного деления и развития куриного эмбриона в гипомагнитных условиях.

Задача данного исследования — изучить ритмику процесса клеточного деления в культуре ткани, помещенной в гипомагнит-

Таблица 8

Суточная ритмика митотической активности клеток ФЭЧ в гипомагнитных условиях (22—23/III 1984 г.; 1-й пассаж)

Часы		Контроль		Гипомагнитный монослой	
суток	пребывание в камере	Sp	MA	Sp	MA
16	24	8,33±0,52	0,2±0,09	8,5±0,68	0,66±0,27
17	25	10,32±0,72	0,45±0,22	7,7±0,52	0,30±0,11
18	26	7,86±0,76	0,42±0,4	9,0±0,52	0,19±0,08
19	27	9,41±0,36	0,32±0,17	8,66±0,6	0,23±0,08
20	28	15,25±0,36	0,44±0,16	8,61±0,72	0,54±0,19
21	29	12,26±0,56	0,16±0,09	9,61±0,52	0,49±0,17
22	30	10,95±0,84	0,3±0,15	9,97±0,36	0,38±0,16
23	31	8,95±0,36	0,19±0,08	8,45±0,64	0,39±0,19
24	32	12,43±0,48	0,29±0,13	9,76±0,48	0,65±0,025
1	33	11,88±0,52	0,39±0,2	12,55±0,36	0,32±0,03
2	34	18,55±0,48	0,45±0,26	12,3±0,36	1,08±0,39
3	35	8,84±0,4	0,75±0,35	9,75±0,52	0,75±0,1
4	36	14,28±0,48	0,7±0,22	9,68±0,4	1,0±0,3
5	37	10,7±0,44	0,53±0,22	12,02±0,32	0,75±0,27
6	38	12,9±0,36	0,67±0,31	12,15±0,48	0,57±0,41
7	39	14,55±0,56	0,27±0,16	12,9±0,64	0,56±0,19
8	40	12,73±0,6	0,52±0,12	11,58±0,44	0,41±0,21
9	41	19,1±0,28	0,3±0,13	6,23±0,4	1,02±0,38
10	42	11,3±0,8	0,38±0,27	12,0±0,72	0,44±0,20
11	43	13,5±0,44	0,27±0,12	8,85±0,28	0,97±0,25
12	44	16,25±0,44	0,32±0,14	11,9±0,56	0,84±0,25
13	45	12,1±0,36	0,19±0,06	13,45±0,6	1,26±0,4
14	46	13,2±0,36	0,4±0,17	10,8±0,96	1,2±0,2
15	47	14,7±0,28	0,38±0,16	6,9±0,44	0,34±0,11

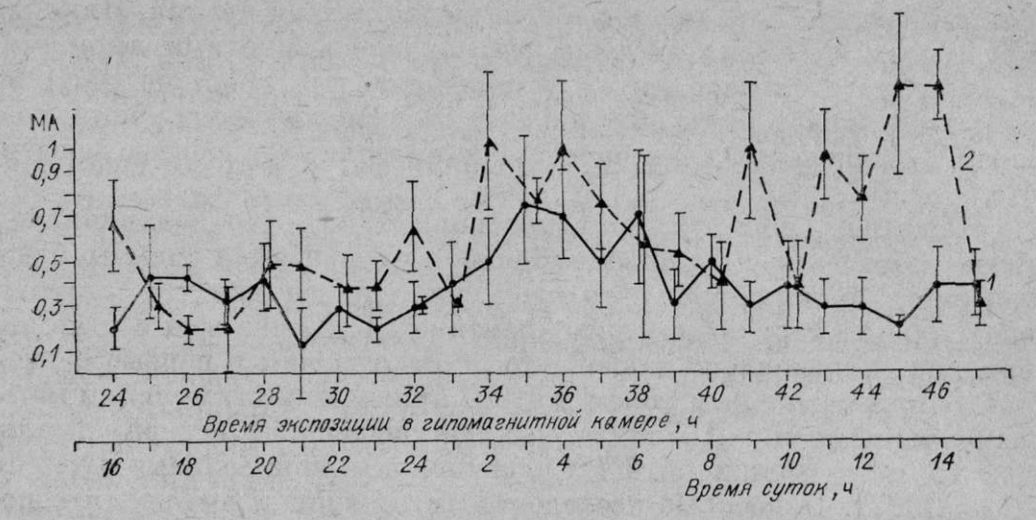


Рис. 18. Зависимость суточного ритма митотической активности (МА) культуры ФЭЧ от условий культивирования.
1 — контроль; *2* — опыт.

ную установку и находящейся в условиях, исключающих влияние как постоянной, так и переменной компонент магнитного поля.

Исследовалась суточная ритмика митотической активности первичной клеточной культуры ФЭЧ. Для этого клеточную взвесь высаживали в пенициллиновые флаконы, которые делили на две равные группы, одну из них помещали в гипомагнитную камеру, вторая половина служила контролем. Через 24 ч после посадки и до 48 ч ежечасно производили фиксацию контрольных и экранированных клеток, выросших на флаконах. Препараты окрашивали, и на окрашенных препаратах подсчитывали митотическую активность культур.

Установлено, что на протяжении суток контрольная культура имела один максимум и два минимума митотической активности, максимум наблюдался в 3 ч, минимум — в 13 и 21 ч. Амплитуда колебаний составила 0,6%.

«Гипомагнитная» культура имела три пика митотической активности, достоверно превышающие контроль: в 2, 9 и 13 ч. Суточные колебания митотической активности имели амплитуду 1,2%, что превышает контроль в 2 раза.

Амплитуда колебаний митотической активности «гипомагнитной» культуры от часа к часу увеличивалась к концу эксперимента. Несмотря на большую митотическую активность, «гипомагнитная» культура к 48 ч имела вдвое меньшую плотность роста клеток на стекле (табл. 8; рис. 18).

В гипомагнитных условиях, по нашим данным, наблюдается нарушение ритмики деления клеток в культуре. Полученные результаты свидетельствуют о высокой чувствительности внутриклеточных биологических процессов (митозов) к изменению напряженности магнитного поля.

Исследования, посвященные действию ЭМП различных частот на эмбриональный период развития птиц, представляет интерес

как с практической, так и с теоретической точки зрения. Влияние магнитных полей на эмбриогенез изучалось многими авторами. В результате экспериментов установлено, что действие ЭМП на эмбрионы может быть обусловлено стадией эмбрионального развития, напряженностью, частотой и продолжительностью воздействия ЭМП.

Например, обнаружено [Veneziano, 1965], что под влиянием магнитного поля у куриных эмбрионов уменьшается диаметр бластодермы, появляются патологические изменения со стороны центральной нервной системы, изменяется химический состав эмбрионов. Установлено также, что обработка яиц в первые 6 дней инкубации магнитным полем в 300 Э приводит к стимуляции метаболизма эмбрионов. Цыплята, выклюнувшиеся из экспериментальной группы, весили на 2,7 г больше, чем контрольные [Netedu e. a., 1967]. Некоторые исследователи пришли к выводу, что постоянное магнитное поле затормаживало вылупление цыплят из яйца [Barnothy M., Barnothy J., 1960]. Найдено [Lazár e. a., 1966], что переменное ЭМП малой интенсивности оказывает стимулирующее действие, уменьшает содержание Na и увеличивает содержание K в эритроцитах цыплят. Л. И. Ханаев и Д. Г. Бородайкевич [1973] подвергали яйца перед закладкой в инкубатор действию магнитного поля высокой напряженности. Выяснено, что *эффект зависит от времени воздействия:* экспозиция в 30 мин стимулировала рост сосудистого поля эмбрионов, а в течение часа угнетала.

Эксперименты некоторых исследователей показали, что обработка куриных эмбрионов ЭМП высокой интенсивности приводит к морфологическим изменениям [Knutson, 1969]. Отмечается также, что переменные ЭМП оказывают более благоприятное действие на развивающийся эмбрион, чем постоянные ЭМП [Ницканский, Забудский, 1974].

Учитывая литературные данные о действии ЭМП на эмбриогенез кур, нами была поставлена задача исследовать процесс эмбриогенеза кур в экранированных от внешних ЭМП.

Развитие куриных эмбрионов в гипомагнитных условиях с применением установки, описанной выше, изучено на 300 эмбрионах в различное время года — всего пять серий экспериментов. Гипомагнитная установка была помещена в термостат с постоянной температурой 37,5°C с определенной влажностью и почасовым вращением яиц. В ходе эксперимента определялись вес эмбриона (6, 12, 18-й дни), количество вылупившихся цыплят и погибших эмбрионов на поздней стадии развития, а также проводились морфометрические измерения (вес вылупившегося цыпленка, длина его крыла, клюва и среднего пальца). Гистологически исследовали внутренние органы (сердце, печень).

При гистологическом исследовании куриного эмбриона обнаружены нарушения сосудистого рисунка, очаговые расширения мелких сосудов в миокарде желудочков, местами пикноз ядер. Кровеносные капилляры печени в отдельных участках долек спав-

шиеся. Гепатоциты эмбрионов, развивавшихся в гипомагнитных условиях, как правило, с признаками вакуолизации, в них почти не наблюдается митозов. При морфометрическом анализе ядерно-цитоплазменных отношений в гепатоцитах экспериментальных эмбрионов на 19-е сутки эмбриогенеза выявлено возрастание на 10% площади цитоплазмы, но снижение показателей РНК на 58,1% (с 0,256 до 0,111), что свидетельствует об уменьшении регенераторных потенций гепатоцитов.

При исследовании эмбрионов в гипомагнитной обстановке во всех сериях эксперимента по отношению к контролю мы получили большой процент вылупления цыплят в нормальные сроки (21—22-й день закладки), но при этом во всех экспериментах без исключения наблюдали цыплят с парезами крыльев и ног — 25—60% от числа вылупившихся.

В эксперименте 1983 г. (8—31/X) все эмбрионы, находившиеся в гипомагнитной установке, погибли. В контрольной группе цыплята вылупились в нормальные сроки. В эти же сроки в эксперименте на клеточной культуре в гипомагнитной обстановке получена гибель клеточной культуры на 3-м пассаже.

Проведя серию экспериментов на жизнеспособность клеточного монослоя, проявление эффекта ДМВ, изучение клеточного цикла и развитие куриного эмбриона в гипомагнитных условиях, мы пришли к выводу, что биосистема не может длительное время существовать в гипомагнитной среде (вакууме).

Экранирование изменяет биохимию клетки, приводя к повышенному образованию и накоплению внутриклеточных нейтральных липидов, повышает чувствительность клетки к действию экстремальных агентов и сверхслабого излучения, нарушает ритмику деления клетки и влияет на эмбриогенез. Следовательно, электромагнитная среда является для биосистемы жизненно необходимым элементом организации (устойчивой неравновесности), необходимой средой их жизни.



Можно полагать, что наряду с другими экологическими факторами естественные электромагнитные поля играли существенную роль в процессах эволюции биосферы Земли. Исследования продолжаются, но уже накопленный материал позволяет говорить о принципиальной значимости влияния гелиогеофизических факторов на живые биологические системы.

Глава 9

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ В БИОСИСТЕМЕ НА МОДЕЛИ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В последние десятилетия как в СССР, так и за рубежом развиваются такие различные, но тесно связанные представления, как биохемилюминесценция, митогенетическое излучение, биофотоника, электромагнитные и межклеточные взаимодействия (коммуникации) и т. д. [Винер, 1968; Марченко, 1978а; Казначеев, Михайлова, 1981; Коган, 1981; Fisher, 1979; König, 1979; Popp, 1979b; и др.]. Все они сходны в одном: предполагается, что физические и физико-химические процессы, связанные с излучением и поглощением квантов электромагнитного поля, могут быть использованы клетками как средство информационных взаимодействий биосистемы.

Накопилось большое количество работ о влиянии внешних полей на биосистему [Пресман, 1968; Дубров, 1974; Ягодинский, 1975; Чижевский, 1969; Холодов, 1978а; Казначеев, Михайлова 1981; и др.], указывающих на тесную связь и зависимость процессов жизни биосистемы с естественным полем Земли, солнечной активностью и т. д., но данные исследования не позволяют проникнуть в механизм этой связи до тех пор, пока не будет изучена роль соответственных световых потоков в биосистеме. Нами была выдвинута концепция о том, что электромагнитная среда составляет необходимое и обязательное условие организованности живого вещества в земной биосфере. В заостренной форме предположительно можно думать, что основа организованности живого вещества суть полевая, электромагнитная. В силу того, что электромагнетизм связан с другими двумя фундаментальными типами физических взаимодействий (гравитационными сильными и слабыми взаимодействиями), возможно предположить, что к организованности живого вещества причастны и другие основные типы физических полей. На это до известной степени указывают исследования французских биофизиков [Мекси, 1982]. Они изучали явления так называемого ядерного синтеза в различных типах биосистем (растения, животные) с превращением химических элементов. Л. Кирвраном проведены эксперименты на курах и побегах овса. Им показано, что при недостатке кальция куры несут яйца с тонкой «кожистой» скорлупой, но при кормлении их силикатом алюминия с фосфором (слюдой) они откладывают яйца с твердой скорлупой. Л. Кирвран предположил, что в организме курицы протекает ферментативная реакция $^{39}_{19}K + ^{1}_{1}H ^{40}_{20}Ca$, та же реакция просматривается в побегах овса. Была выдвинута гипотеза, что часть энергии, необходимой для таких реакций, обеспечивается

потоками нейтрино в околоземном пространстве [Мекси, 1982]. Возможно, что эти биофизические данные указывают и на более сложную полевую природу организованности живого вещества.

Наши собственные результаты позволяют остановиться на концепции электромагнитной природы организованности живого вещества. Околоземная электромагнитная среда создается при взаимодействии космических излучений (солнечные и дальние космические) и геологических процессов в глубинах Земли. Как подчеркивал В. И. Вернадский, поверхность планеты пронизана космическими излучениями. Вместе с тем, как показывают астрофизические данные последнего времени [Жданов и др., 1963; Кардашев, 1977], сложные органические соединения достаточно широко распространены в космическом межзвездном пространстве. Возможно предположить, что эти материально-энергетические компоненты и органические соединения, вероятно образовавшиеся и на поверхности Земли, вступали в сложные взаимодействия. Околоземная полевая электромагнитная среда при определенных физико-химических условиях создавала из органических соединений производную, более сложную макромолекулярную структуру. Эти структуры, вероятно, являлись своеобразным внешним (производным) выражением возникавшей организованности живого вещества на основе первичных электромагнитных (а возможно, и более сложных) материально-энергетических потоков. Эти структуры отражали в матрицах ковариантной редупликации [по Тимофееву-Ресовскому, 1960] в различных ферментно-метаболических процессах исходную неравновесную макромолекулярную структуру (исходную организованность живого вещества). По мере эволюции и совершенствования макромолекулярных структур (отдельностей живого организма) происходило усложнение организованности живого вещества. Это выражалось в становлении основных биогеохимических функций биосферы, в эволюции компенсаторно-буферных ее механизмов. Однако полевая электромагнитная среда оставалась вероятным ведущим фактором развития этой организованности. Возможно, что известные изотропические особенности строения биохимических процессов в живом веществе, их молекулярная дисимметрия должны рассматриваться как проявление более глубоких, базовых электромагнитных особенностей организованности живого вещества. Одно из следствий данной концепции состоит в том, что возникновение различных производных типов макромолекулярных структур живого вещества может продолжаться на протяжении всей ее геологической истории. Этот вывод позволяет расширить представления теории биогеологического единства, развивавшиеся академиком А. В. Сидоренко.

Различные типы макромолекулярных структур в истории планеты возникали неоднократно, косвенным свидетельством в пользу этого предположения служит нахождение особо стойких форм жизни в высокотемпературных средах, например в зонах повышенной вулканической активности. Однако доминирующими остава-

лись наиболее устойчивые (высокоорганизованные), сложившиеся формы (отдельности) живого вещества. В настоящее время они чаще всего считаются изначальными и единственными для Земли (бактерии, вирусы, фаги, одно- и многоклеточные отдельности живого вещества в целом). Между тем возможно, что электромагнитная полевая среда способствовала возникновению и иных форм жизни. В целом может быть оправданной и достаточно плодотворной для последующих научных исследований концепция первостепенного значения электромагнитной природы организованности живого вещества. Это создает предпосылки перспективного анализа возможности управления функционированием биосистем в норме и патологии на уровне их организованности, определяемой электромагнитными материально-энергетическими потоками.

Наши наблюдения относительно роли электромагнитных полей в передаче биологической информации в системе клетка — клетка дают основание высказать предположение, что чисто биохимический механизм этой связи не является первичным, а есть следствие более сложных процессов, которые, по существу, и представляют собой истинный механизм передачи информации структуры внутри клетки. В таком случае функционирующая клетка служит источником и носителем сложного электромагнитного поля, структура которого, порождаемая биохимическими процессами, постоянно направляет и управляет всей метаболической деятельностью клетки. В таком понимании, с одной стороны, клетка — это сложный биохимический комплекс, с другой — электромагнитное поле.

В наших исследованиях [Казначеев, Михайлова, 1981] показано, что сверхслабое электромагнитное поле клеточных культур является первичным. В относительном магнитном вакууме жизнедеятельность клеточных культур снижается, и они погибают. Следовательно, и в этих экспериментах естественное магнитное поле Земли выступает как первично необходимая компонента жизнедеятельности. Наконец, новые данные, полученные нами, требуют специального рассмотрения в свете сказанного.

Обнаружено явление накопления легкого изотопа углерода ^{12}C и одновременное уменьшение содержания тяжелого углерода ^{13}C в ткани аорты, пораженной атеросклерозом.

Степень изотопного эффекта при атеросклерозе увеличивается по мере развития склеротического процесса в разных участках аорты с возрастом. Уменьшение содержания ^{13}C наблюдалось так же в хрусталике глаза человека, пораженного катарактой.

Полученные нами данные противоречат представлению о склеротическом процессе как результате замедления биохимических превращений в тканях. Для уменьшения содержания изотопа ^{13}C в пораженных тканях при нормальном кинетическом изотопном эффекте скорость биохимических превращений должна не уменьшаться, а возрастать.

Очевидно, это доля ^{13}C жизненно необходима для нормальной функции (жизни) ткани, в процессе же старения механизмы вы-

борки (усвоения) и удержания ^{13}C ослабевают, нарушаются и жизнедеятельность ткани быстро увядает. Все сказанное подтверждает наши прежние выводы о том, что в основе жизнедеятельности клеток лежат не только макромолекулярные механизмы. Они сосуществуют и, видимо, являются вторичными относительно полевой, электромагнитной организации живого вещества. Эта организация связывает его (живое вещество) более глубоко и интимно с внешней планетарно-космической средой.

Двадцать лет назад мы впервые описали эффект информационной роли сверхслабых электромагнитных полей клеточных культур [Казначеев и др., 1964]. В этой работе был представлен расчет информационной «емкости» и минимальной величины энергии носителей информации в диапазоне ближнего ультрафиолетового спектра, а также возможные механизмы фотохимических реакций в биосистемах. Было показано, что информационная емкость сверхслабого свечения клетки в этом диапазоне составляет $5 \cdot 10^9$ бит/с, основной же обмен клетки оказался $1{,}7 \cdot 10^{-3}$ эрг/с. В целом же в ультрафиолетовой области света может быть передано количество информации, равное 10^{20} бит$\cdot$с$^{-1}\cdot$Вт$^{-1}$.

Выясняя механизм ДМВ в системе двух клеточных культур, мы исследовали зависимости проявления «зеркального» ЦПЭ от количества клеток в монослое детектора и индуктора и дозы экстремального агента, вызывающего поражение клеток в культуре-индукторе. Излучательный характер связи между клетками подтверждается зависимостью «зеркального» эффекта от соотношения клеток источников и приемников излучения.

Исследования проводились в несколько этапов. В первом случае изучалась зависимость проявления «зеркального» эффекта от соотношения биомасс индуктора и детектора. Под словом «биомасса» мы подразумеваем количество клеток в монослое, взятых в эксперименте.

Для эффективного роста различных клеточных культур концентрация засеваемых клеток различна и зависит от потенции размножения данной линии клеток. Концентрация клеток в засеваемой суспензии определяет жизнеспособность, деление и рост их при искусственном культивировании. Если концентрация мала, то клетки погибают, так как для их жизни вне организма необходимо некоторое количество питательных и стимулирующих веществ, выработка которых может быть обеспечена только клеточным комплексом [Иберт, 1968].

Существенной чертой взаимодействия клеток в культурах является подавление подвижности и митотической активности клеток при достижении определенной плотности популяции. Торможение размножения после образования монослоя связано с клеточными контактами (контактное торможение).

В результате торможения подвижности и установления прочных контактов между клетками монослой превращается в единую систему, где состояние каждой отдельной клетки достаточно стабильно [Васильев, Маленков, 1982].

Таблица 9

Плотность роста (Sp) в клеточных культурах при различных количествах засеваемых клеток, %

Концентрация клеток, тыс. мл	Fl	ПАО
50	24±3,14	42±3,28
60	46±1,2	56,4±5,52
70	64±6,3	80±5,44
80	88±2,0	98±2,1
100	96±3,4	100
120	100	—

Факторы, регулирующие рост, передаются, по-видимому, через клетки, высокая проницаемость между клетками превращает весь пласт в функционально единый комплекс, в котором свойства отдельных клеток интегрируются, поэтому функциональное объединение очень резко стабилизирует условия существования клеток. Если в такой единой системе появляются, например, отдельные мутантные клетки с резко измененным метаболизмом, то из-за усреднения в пласте эти свойства могут не проявиться [Залкинд, 1962].

Исследования проводили на монослое с различным количеством клеток (так называемый плотный и разреженный монослой) и в культурах ткани ПАО (клетки паховой железы обезьяны) и Fl (клетки амниона).

Однослойную клеточную культуру получали при минимальной концентрации засеваемой суспензии ($5 \cdot 10^4$ — $6 \cdot 10^4$ кл./мл инкубационной среды), при которой происходит формирование жизнеспособного монослоя — так называемого разреженного монослоя, где клетки образуют отдельные группы по 3—10 шт. Для образования так называемого плотного монослоя использовали максимальную концентрацию клеток ($8 \cdot 10^4$ — $1{,}2 \cdot 10^5$ кл./мл инкубационной среды), дающую сплошной монослой, в котором каждая клетка со всех сторон окружена другими и образует с ними прочные контакты.

Для определения плотности монослоя любой из указанных клеточных линий проведена серия посадок взвеси с определенной концентрацией клеток на покровные стекла (табл. 9).

Формирование жизнеспособного монослоя в клеточной культуре ПАО наблюдается при концентрации 50 тыс. кл./мл (42% площади препарата занято клетками), а для культуры клеток Fl — 60 тыс. кл./мл (46% площади занято клетками). С увеличением концентрации клеток происходит зарастание всей площади подложки.

Максимальная концентрация клеток, образующая плотный монослой (100% площади препарата занято клетками), для ПАО — 100 тыс. кл./мл, для Fl — 120 тыс. кл./мл. При дальнейшем увеличении пороговой концентрации образуется сплошной слой клеток с многослойными участками.

Изучая зависимость проявления «зеркального» ЦПЭ от количества клеток в монослое, одну из клеточных культур с плотным или разреженным монослоем (в зависимости от условия опыта) подвергали воздействию экстремального агента, другая служила детектором излучения, отражающего цитопатические изменения,

возникающие в пораженных клетках,— «зеркальная» культура. Экстремальным агентом брали двухлористую ртуть в концентрации 5 мкг/мл и ультрафиолетовое облучение (экспозиция 40—45 с, лампа БУВ-30, расстояние 0,5 м).

Токсическая доза сулемы вследствие блокады дыхательных ферментов приводит к гибели клеток культуры ткани. Развивается цитопатический эффект, который выражается в дезинтеграции монослоя, зернистой и вакуольной дистрофии клеток и кариопикнозе. Процесс завершается гибелью всего монослоя.

При действии сублетальной дозы УФ-облучения (40—45 с) гибель или выживание клеток обнаруживаются не сразу, а в отдаленные от облучения сроки. Прежде чем погибнуть, клетки успевают несколько пройти деление, затем длительное время не делятся и, наконец, погибают [Самойлова, 1967]. Цитопатический эффект в данном случае выражается в дискомплексации клеточного пласта, наличии пикнотических изменений и дегенерированных клеток.

Исследования сопровождались несколькими контролями.

1. Контроль на наличие «зеркального» ЦПЭ при оптимальных условиях: концентрация засеваемой суспензии для образования, монослоя-индуктора и монослоя-детектора равнялась 80 тыс. кл./мл питательной среды.

2. Контроль на выявление спонтанной дегенерации в клеточных культурах; незараженные клеточные культуры с разреженным и плотным монослоем монтировали попарно и помещали в термостат вместе с опытными, через 48 ч стекла-подложки окрашивали и просматривали на наличие неспецифической спонтанной дегенерации.

3. Кроме того, проводился контроль условий опыта, когда вместо кварцевой подложки использовали простое стекло.

Наличие «зеркального» ЦПЭ определяли по отношению числа погибших клеток к общему числу клеток и по типу морфологических изменений после 2-суточного оптического контакта культур.

Для исследования проявления «зеркального» ЦПЭ в системе двух тканевых культур в зависимости от количества клеток в монослое проведено две серии экспериментов, в которых определена эффективность «зеркального» ЦПЭ при использовании в качестве индуктора клеточной культуры с разреженным монослоем, а в качестве детектора культуры с плотным монослоем (табл. 10).

Изучена степень проявления «зеркального» ЦПЭ при использовании в качестве индуктора культуры с плотным монослоем. Детектором излучения в данном случае служила незараженная культура с разреженным монослоем (табл. 11).

В первом случае (см. табл. 10) клеточная культура с разреженным монослоем, зараженная экстремальным агентом, являлась источником излучения, детектором этого излучения служила интактная гомологичная культура с плотным монослоем. В клетках культуры, имеющей с пораженной культурой оптический контакт,

Таблица 10

Проявление феномена ДМВ между клеточной культурой-индуктором с разреженным монослоем, пораженной экстремальным агентом, и культурой-детектором с плотным монослоем

Экстремальный агент	Число поставленных опытов		
	всего	с «зеркальным» ЦПЭ	без «зеркального» ЦПЭ
УФ-облучение	54	5	4
Сулема	56	14	42
Контроль (без воздействия)	56	0	56

Таблица 11

Проявление феномена ДМВ между клеточной культурой-индуктором с плотным монослоем, пораженной экстремальным агентом, и культурой-детектором с разряженным монослоем

Экстремальный агент	Число поставленных опытов		
	всего	с «зеркальным» ЦПЭ	без «зеркального» ЦПЭ
УФ-облучение	54	29	25
Сулема	57	32	25
Контроль (без воздействия)	56	0	56

«зеркальный» ЦПЭ наблюдали в 17% случаев (из 110 поставленных экспериментов — в 19).

Во втором случае (см. табл. 11) при оптическом контакте клеточной культуры с плотным монослоем, пораженной экстремальным агентом, и интактной гомологичной культуры-детектора с разреженным монослоем в последней развивался «зеркальный» ЦПЭ в 55% случаев (из 110 поставленных экспериментов «зеркальный» ЦПЭ наблюдали в 61).

При проведении контроля на наличие «зеркального» ЦПЭ при оптимальных условиях (монослой-индуктор и монослой-детектор одинаковы) «зеркальный» ЦПЭ наблюдался в 72—80% случаев.

Эксперименты показали, что в развитии «зеркального» ЦПЭ большую роль играет количество пораженных клеток, испускающих излучение, и количество клеток, воспринимающих это излучение: чем больше пораженных клеток, тем эффективней воспроизводится «зеркальный» ЦПЭ. По-видимому, для развития «зеркального» ЦПЭ необходима некоторая пороговая интенсивность излучения.

«Зеркальная» культура с разреженным монослоем менее устойчива к излучению от первично пораженных клеток, так как в ней клетки монослоя разобщены, а в удельном отношении на каждую клетку такой культуры приходится большая доза излучения.

«Зеркальная» клеточная культура с плотным монослоем, в котором клетки образуют прочные контакты, ведет себя как единая система, где состояние каждой клетки и монослоя более устойчиво. Она действительно представляет собой функционально единый комплекс, в котором свойства отдельных клеток усредняются. Отсюда ее устойчивость относительно любого воздействия индуктора.

Выше показано, что при внесении в культуру ткани патогенного вируса в культуре, находящейся с первой только в оптическом

контакте, развивается «зеркальный» ЦПЭ, характерный для ЦПЭ, обусловленного соответствующим вирусом.

Исследуя зависимость проявления «зеркального» ЦПЭ от различной дозы вируса, мы использовали первично трипсинизированные клетки куриного эмбриона и вирус классической чумы птиц в титре от 10^{-1} до 10^{-6}, а также аденовирус 5-го типа в тех же титрах на перевиваемой линии HEp-2 и первично трипсинизированных клетках человеческого эмбриона. Вирус вносился в камеру с выросшей суточной культурой клеток в определенном заданном титре. После этого зараженные камеры соединялись попарно с незараженными и помещались в термостат при температуре 37,2°C на 2—3 сут. Затем камеры демонтировали, а стекла-подложки после фиксации и окрашивания выращенных клеток подвергали морфологическому исследованию.

Все эксперименты с различными титрами указанных вирусов сопровождались контролем: параллельно с опытными парами камер, одна из которых заражена вирусом, в термостат помещали пары камер, не зараженных вирусом (для выявления спонтанной дегенерации). Проводилось пассирование культуральной жидкости из зараженных и незараженных камер: вирус выделялся только из зараженных камер, в незараженных камерах, как в «зеркальных», так и в контрольных, в трех последовательных пассажах вирус не обнаруживался. С каждым титром вируса проведено 100 экспериментов. Проявление «зеркального» ЦПЭ зависело от титра вируса, взятого в эксперименте, следующим образом (%):

Ткань	Вирус	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
КЭ	FPV	0	10—20	70	70	40—50	20
HEp-2	Ad-5	0	20	73	70	30	20

При постановке реакции гемагглютинации (FPV) с культуральной жидкостью из зараженной камеры гемагглютинины обнаружены в титре 1 : 40, 1 : 80, 1 : 160. Культуральная жидкость из незараженных «зеркальных» камер положительной реакции гемагглютинации не давала, что свидетельствует об отсутствии вируса.

В первой серии опытов с вирусами классической чумы птиц и тканью КЭ после внесения вируса в титре 10^{-1} наступал ранний ЦПЭ, который наблюдался при массивной инфекции в чувствительных клетках через 8—12 ч, «зеркальный» ЦПЭ при этом не успевал проявиться. В силу этих же причин в опыте с титром 10^{-2} положительный «зеркальный» ЦПЭ получен в 20% случаев. При внесении вируса в титре 10^{-3} и 10^{-4}, когда ЦПЭ развивался в течение 2—3 сут, «зеркальный» ЦПЭ наблюдался в 70% случаев и более. При исследованиях с титром вируса 10^{-5} и 10^{-6} ЦПЭ не всегда был в зараженной камере, и в зависимости от этого падал процент проявления феномена ДМВ. Такая же картина наблюдалась в опытах с аденовирусом 5-го типа на тканях ФЭЧ и HEp-2.

Получена определенная корреляция между дозой вируса, взятого в эксперимент, степенью выраженности вирусного ЦПЭ и

частотой положительного «зеркального» эффекта. Установлено, что максимальный процент положительного «зеркального» ЦПЭ в опытах с вирусом куриной чумы птиц и аденовирусом 5-го типа получен при внесении вируса в культуру ткани в титре 10^{-3} и 10^{-4}. Эта концентрация вируса оптимальна для изучения ДМВ, осуществляемых в системе вирус — клетка. При заражении клеточной культуры низким титром вируса (10^{-4} — 10^{-6}) ЦПЭ проявляется не во всех камерах индуктора, и в то же время в камерах с проявившимся ЦПЭ не все клетки поражены вирусом, в этом случае мы имеем или отрицательный результат, или слабоположительный «зеркальный» ЦПЭ. При заражении массивными дозами вируса клеток индуктора клеточный монослой очень быстро погибает: здесь играет роль и токсический эффект вируса; при этом излучение индуктора, на наш взгляд, не успевает сформировать «зеркальный» ЦПЭ в клетках детектора, поэтому при заражении камеры индуктора вирусом в титре 10^{-1} и 10^{-2} излучение клеток (или часть его) может быть неспецифическим (типа «некробиотических» или «деградационных» лучей). Этим можно объяснить то, что при использовании вируса в титре 10^{-1} нами получен отрицательный результат, а в титре 10^{-2} — очень низкое проявление «зеркального» ЦПЭ (10—20%). Это еще раз свидетельствует о том, что при оптимальной дозе экстремального агента проявление «зеркального» ЦПЭ есть результат длительного и сложного дистантного действия излучения пораженных клеток индуктора на клетки детектора и в описываемом явлении электромагнитного взаимодействия клеток излучению нельзя приписать роль «пускового», или энергетического, фактора, так как по меньшей мере сомнительно существование преформированной генетической программы поражения клеток различными внешними воздействиями: вирусом, токсическими факторами, УФ-радиацией и т. д.

Для проявления «зеркального» эффекта требуется достаточно длительный период контакта культур детектора и индуктора, причем длительность зависит от природы экстремального агента. Например, для вируса классической чумы птиц FPV — не менее 4 ч, а для вируса Коксаки А-13 — не менее 6 ч. Это свидетельствует о том, что электромагнитное излучение культуры-индуктора оказывает длительное специфическое воздействие, организуя и контролируя процесс «зеркального» поражения клеток культуры-детектора.

Зависимость проявления «зеркального» эффекта от дозы экстремального агента и соотношения «биомассы» индуктора и детектора позволяет представить два клеточных монослоя (с автономным жизнеобеспечением, но имеющих оптический контакт через слюдяные или кварцевые «окошки») как взаимодействующие системы источников электромагнитного излучения (культура-индуктор) и его приемников (культура-детектор).

Использование биологического детектора излучения клеток позволяет решать вопросы о биологической эффективности, специфичности, универсальности изучаемого феномена ДМВ. Для ко-

личественного исследования феномена, т. е. для того, чтобы определить, хотя бы приблизительно, интенсивность и спектральный состав излучения, необходимо применить физические способы обнаружения излучения биосистем.

Электромагнитное излучение, сопровождающее метаболические процессы в норме и патологии, происходящие в живой клетке, имеет чрезвычайно малую интенсивность — от 10 до 1000 квантов/(см^2·с). Задача его надежной объективной регистрации, выделение полезного сигнала из массы случайных явлений, с технической точки зрения весьма сложна, но разрешима.

Первые удачные попытки обнаружить излучение клеток методом фотоэлектрического эффекта были предприняты Раевским, который применил видоизмененный счетчик Гейгера — Мюллера [Fisher, 1979]. На основании своих результатов Раевский оценивает интенсивность излучения биообъектов (корешки лука, карцинома мышцы) приблизительно в 10^{-10} — 10^{-9} эрг·см$^{-2}$·с$^{-1}$, что соответствует 100—200 квантам в секунду. Франк и Родионов [Frank, Rodionov, 1931], используя аналогичный аппарат, регистрировали до 10^3 квантов электромагнитного излучения работающей мышцы.

Измерить очень слабые световые потоки стало возможным только с появлением фотоумножителей (изобретенных Кубецким), которые с течением времени достигали достаточно высокого совершенства [Чечик и др., 1957]. Усиление фототока, благодаря вторичной эмиссии, и наличие обычно не менее десяти каскадов усиления дают возможность достигнуть порога чувствительности до 10^{-13} — 10^{-14} лм, и, кроме того, они пригодны для измерения быстроменяющихся процессов. Шумы нагрузочного сопротивления играют пренебрежимо малую роль, поскольку усиление сигнала происходит внутри самого приемника. Коэффициент усиления ФЭУ достигает 10^6 — 10^7.

Все исследования, проводимые в нашей лаборатории с помощью физических детекторов излучения, сопровождаются идентичными исследованиями (т. е. с использованием тех же объектов с полным воспроизведением условий экспериментов), в которых использован метод биологического детектора. Одновременно с получением «зеркального» ЦПЭ в клеточных культурах-детекторах нам удалось зарегистрировать электромагнитное излучение клеток культуры ткани, идентичной культуре-индуктору, применяя в качестве детектора фотоэлектронные умножители (ФЭУ-39, ФЭУ-42, ФЭУ-130).

Наши исследования культуры ткани с помощью фотоэлектронного умножителя преследовали цель выявить кинетические закономерности электромагнитного излучения систем экстремальный агент — клетка, которые, возможно, могли бы объяснить этапность развития «зеркального» ЦПЭ. Нас интересовало, какую информацию в виде электромагнитного излучения от клеточного монослоя-индуктора, пораженного экстремальным агентом, получают клетки детектора [Казначеев, Михайлова, 1981].

«Зеркальный» ЦПЭ проявляется лишь при использовании в качестве подложек кварцевых и слюдяных пластинок не толще 0,8 мм и плоских фильтров в виде полиэтиленовой пленки с наполнением из мелкодисперсной сажи и медных сеток с пропускной способностью в инфракрасном диапазоне. Стеклянные подложки неэффективны. Взаимодействие осуществляется на достаточно большом расстоянии, разделяющем две культуры друг от друга, и может быть обусловлено электромагнитным излучением УФ- и ИК-диапазона. Вопрос об излучении в инфракрасном диапазоне (так как кварц прозрачен и в этой области электромагнитного спектра) требует специальных исследований и, на наш взгляд, представляет интерес, так как ИК-излучение отражает особенности поведения молекулярных структур и процессов на супрамолекулярном уровне, причем теоретически возможно [Виннер, 1968] влияние излучения с частотами молекулярных спектров на процессы самосборки сложных молекул на генетических матрицах. Бискар и Колли [Biscar, Kollia, 1973] предполагают, что электромагнитная передача информации может происходить за счет электромагнитного электронно-молекулярного резонанса, который изучается ими с помощью Раман-спектроскопии. Как уже указывалось, часть информации о действии митостатических агентов передается в видимом диапазоне электромагнитного спектра. Эти соображения позволяют говорить о том, что различные частотные характеристики собственного электромагнитного излучения клеток содержат информацию о различных клеточных процессах. По мере разнесения культур, а также при постоянном утолщении кварцевых и слюдяных подложек эффективность связи падает; это свойственно общим закономерностям взаимодействия излучения и живого вещества (т. е. эффективность проявления «зеркального» ЦПЭ зависит от поглощения и рассеивания электромагнитной волны — носителя информации). Предположение о возможности спектральной модуляции тем более вероятно, что биологическое действие облучения с различным спектральным составом имеет существенные отличия. Например, свет с длиной 280 нм и интенсивностью 105 квантов/(см^2·с) ускоряет наступление первой волны почкования в дрожжевой культуре, синхронизированной голоданием [Конев, 1965], а облучение сфокусированным лучом гелий-кадмиего лазера монослоя культуры клеток кожно-мышечной ткани эмбрионов человека приводит к повышению уровня хромосомных перестроек [Мостовников, Хохлов, 1977]. Вместе с тем еще Бауэром [1935] обсуждалась возможность «поляризованного лучеиспускания» и вероятность «значения поляризованного света для некоторых биологических процессов». Из этих соображений вытекает принципиальная сложность регистрации излучения живых объектов [Бауэр, 1935] с помощью фотоэлектрического эффекта, поскольку результат измерения будет зависеть от взаимного расположения поверхности детектора и направления поляризованного света (максимальная интенсивность будет регистрироваться, если плоскость электрического вектора электромагнитного излу-

чения будет перпендикулярна поверхности детектора). Рассматривая биологическую радиацию в качестве возможного регулятора биологических функций и анализируя результаты своих измерений сверхслабого испускания фотонов живыми клетками, Ф. Попп [Popp, 1979a] считает, что биологические системы можно представить как связанные нелинейные осцилляторы; каждый осциллятор можно рассмотреть как полый резонатор, а поскольку речь идет о резонансе, то предполагается высокая поляризация и проводимость при крайне эффективной трансформации и утилизации энергии, а также способность биосистемы хранить информацию в течение продолжительного времени. Возможно, что в механизмах описанных ДМВ участвуют и другие оптические носители. В этом отношении требуются специальные исследования: световые электромагнитные предполагаемые частоты могут оказаться лишь элементами более сложных полевых организаций живого вещества.

Одним из существенных моментов воспроизведения «зеркального» ЦПЭ является вращение камер с культурой со скоростью 24—25 об/ч. Вращение сосудов при культивировании клеток с этой скоростью — оптимальный режим культивирования клеток вне организма. При такой скорости вращения барабана клетки в камерах равномерно омываются средой без гидродинамического воздействия, не подсыхают, достаточное время соприкасаются с газовой фазой среды культивации, своевременно смываются с поверхности монослоя продукты метаболизма, тормозящие рост и деление клеток. Как отмечалось, нам не удалось заменить вращение другим способом оптимального культивирования культуры клеток при использовании камер разных конструкций. Вполне может быть, что это условие воспроизведения «зеркального» ЦПЭ каким-то образом связано с усилением сигнала, например в момент смены культуральной среды кислородом воздуха. Такое предположение тем более вероятно, если в основе механизма взаимодействия рассматривать излучение. С помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ-130) исследована интенсивность излучения монослоя клеток: 1) без каких-либо воздействий; 2) пораженного сулемой; 3) подвергавшегося периодическому вращению в барабане со скоростью 25 об/ч; 4) пораженного различными дозами сулемы и периодически вращающегося в барабане.

В первых трех случаях не удалось зарегистрировать излучение, интенсивность которого достоверно отличается от уровня собственных шумов ФЭУ, при условии, что все эксперименты проводились в темноте, а монослой клеток предварительно 2 ч выдерживался в темноте термостата. При освещении монослоя клеток накануне опыта регистрировалось индуцированное светом послесвечение, аналогичное полученному ранее в экспериментах с помощью ФЭУ-42. Поэтому при проведении дальнейших исследований отсутствие освещения являлось непременным условием. Камера с клетками из измерительного блока ФЭУ перемещалась в термостат с барабаном таким образом, что 30 мин измерялась интенсивность

излучения и 30 мин камера вращалась на барабане. Литературные данные и собственные измерения позволяют считать, что в течение 30 мин (которые уходят на вращение) не происходит существенного изменения интенсивности излучения клетки при наших условиях проведения экспериментов.

Интенсивность же излучения монослоя клеток, пораженных сулемой и периодически (через 30 мин) в течение получаса подвергавшихся вращению, на 100—150% превышает уровень фона и собственных шумов ФЭУ-130. Причем результаты нескольких экспериментов позволяют говорить о характерном изменении интенсивности излучения в течение 8—12 ч после введения сулемы. Во всех опытах проводился морфологический контроль действия сулемы, а также контроль проявления сулемового «зеркального» ЦПЭ в культуре-детекторе по обычной методике. Таким образом, полученные данные позволяют говорить о непосредственном влиянии вращения со скоростью 25 об/ч на ДМВ.

Факт влияния дозы повреждающего агента на интенсивность и кинетику излучения живых клеток неоднократно описан в литературе [Мамедов и др., 1971; Popp, Rutn, 1977; Popp, 1979б]. При исследовании механизмов проявления ДМВ методом биологического детектора выявлена зависимость эффекта от дозы экстремального агента, действующего на клетки индуктора. При использовании в качестве экстремального агента сулемы, оптимальная концентрация которой для проявления ДМВ составляет 3—5 мкг/мл; в дозе больше 8 мкг/мл не вызывает «зеркального» ЦПЭ в камере детектора. Это позволило нам предположить, что излучение претерпевает качественное изменение. Действительно, применяя ФЭУ-130, удалось отметить зависимость изменения интенсивности излучения монослоя от дозы токсического агента сулемы (измерение производилось при периодическом вращении и условии отсутствия индуцированного после свечения монослоя клеток). При использовании дозы сулемы 8—10 мкг/мл, вызывающей гибель клетки в течение первых же часов поражения, интенсивность излучения превышает уровень фона, резко возрастая сразу после введения сулемы и убывая до уровня фона через 3—5 ч. При использовании же сулемы в дозе 4—5 мкг/мл, которая вследствие блокады дыхательных ферментов приводит к гибели клеточного монослоя через 2—3 сут, мы получили возрастание интенсивности излучения, сохраняющейся в течение 8—12 ч, т. е. можно говорить о качественном изменении интенсивности излучения. Это еще раз свидетельствует о том, что при оптимальной дозе экстремального агента проявление «зеркального» ЦПЭ — результат длительного и сложного дистантного действия излучения пораженных клеток индуктора на клетки детектора.

В развитии «зеркального» ЦПЭ большое значение имеет количество пораженных клеток в культуре-индукторе, испускающих излучение, и количество клеток в культуре-детекторе, воспринимающих сигналы и, по всей видимости, вторично излучающих его. Последнее установлено в опытах с перепассажем «зеркального»

эффекта, когда после контакта камер индуктора и детектора «зеркальная» камера применялась в качестве индуктора, т. е. вновь соединялась с незараженной камерой-детектором. При этом наблюдался специфический морфологический отклик в каждой последующей «зеркальной» камере, но и он постоянно угасал к 3—4-му пассажу. Проявление ДМВ в таких пассажах падает до 20—30% случаев.

Следовательно, описанные межклеточные взаимодействия в тканевых культурах, по-видимому, обязаны механизму, в основе которого заложены возможности специфического управления тем или иным процессом. Вряд ли правильно было бы считать, что сигналы о гибели клеток выполняют лишь функцию «включения» реакции, т. е. начального (запального) сигнала, как это наблюдается, по-видимому, в митогенетическом эффекте А. Г. Гурвича. Ясно, что процесс митоза запрограммирован в самой клетке, и если подобрать селективное воздействие, которое обладает свойством включения этой программы, то весь последующий процесс самого митоза организуется уже самой клеткой изнутри. В приведенных же опытах совершенно иное положение дела. Вряд ли допустимо предположение о том, что ЦПЭ, т. е. болезнь и гибель клеток под влиянием вируса, запрограммирован в самих клетках. Следовательно, для того, чтобы клетка воспроизвела весь цикл «мнимого поражения» вирусом от первоначальных стадий до ее гибели, одного пускового сигнала уже недостаточно, требуется длительное постоянное воздействие на клетку каких-то факторов, которые специфически направляли бы и изменяли ее обмен от начала до конца.

Если же предполагать факт длительного управления обменом в «зеркальной» культуре клетки, то следует думать об очень большом разнообразии и богатстве сигналов. Можно допускать несколько возможных вариантов подобного явления. Во-первых, каждый цикл ферментативных превращений в зараженных клетках сопровождается электромагнитным излучением определенной частоты и поляризации. Последовательное поступление сигналов в здоровую клетку в таком случае должно реализовать в ней соответствующую активацию ферментативных систем в строгой последовательности. При этом утверждается то, что для самой клетки индуктора излучение есть лишь потеря, свидетель ее жизни, а для клетки-детектора они могут приобретать значение сигнала [Конев, 1965]. Более вероятной нам представляется другая гипотеза. Можно полагать, что для клетки-индуктора излучение представляет обязательное и необходимое проявление ее жизнедеятельности, т. е. речь идет об организованных электромагнитных полях, которые для самой клетки служат ее внутренней системой передачи информации, без которой жизнь клетки невозможна. Такое предположение было высказано не раз [Гурвич, 1944; Инюшин, 1968; Марченко, 1973, 1975; Маковски, 1976; Popp, 1979a,b].

Теперь вновь обратим внимание на результаты наших экспериментов, проводившихся многократно. В них показано, что то или

иное экстремальное состояние клеточных культур можно индуцировать в нативных (здоровых) клеточных культурах, если пораженные клетки контактируют лишь в оптическом канале со здоровыми клеточными культурами. При этом сегодня мы объясняем «передачу» такого явления («зеркальный» ЦПЭ) за счет слабых информационных потоков, о чем мы писали выше, по-видимому, в области длинноволнового ультрафиолетового и инфракрасного излучений.

Это лишь предположение, сам же факт эффекта следует считать объективным явлением природы (материал около 12 000 опытов). Более того, нами показано, что здоровые клетки, воспринявшие информацию пораженных клеточных культур, будучи в контакте со следующей новой здоровой культурой, способны передать ее дальше (дальнейшие контакты со здоровыми клетками). Другими словами, «зеркальный» эффект обладает способностью пассироваться с постепенным угасанием до 3—4-го пассажа.

Можно высказать предположение: в клетках теплокровных сосуществуют разные материальные формы организации жизни. Их носителем на уровне молекулярной организации служат наблюдаемые нами клетки. Это ячейки хорошо известной земной жизни. В этой макромолекулярной высокоорганизованной форме жизни присутствуют, «живут», «перемещаются», самоусовершенствуются другие материальные формы живого вещества, мы имеем в виду квантово-полевые (электромагнитные) материальные организации живой материи, а не известное уже симбиотическое сочетание органоидов клетки. В таком случае экспериментальное воздействие на клеточную культуру может вызывать не только ее поражение, ее макромолекулярную белково-нуклеиновую дезорганизацию, но и прямо или опосредованно изменение других предполагаемых форм живого вещества.

Эта форма живого вещества обладает способностью перемещаться в оптической среде в другие непораженные макромолекулярные белково-нуклеиновые организации, изменять их состояние и вновь перемещаться: так из одной клеточной культуры в другую осуществляется поток предполагаемой формы (форм) живого вещества.

В земных условиях перспективны исследования описанного «зеркального» эффекта в средах ближнего космоса, глубокого магнитного вакуума. Необходимы поиски иных форм организации живого вещества на земле в местах вулканической деятельности, кратерах вулканов и в других экстремальных зонах, включая глубины Земли и океанов, океанического дна. Речь идет о взаимодействии ЭМП биологических организмов растений, животных, человека. Научно обоснованными являются исследования кооперативных полей организма человека и биообъектов (животных, растительных клеток).

Еще раз подчеркиваем, что накапливается все больше литературных и экспериментальных данных о естественных ЭМП окружающей среды и собственных полях биосистемы и полученные ре-

зультаты открывают новые возможности в решении как теоретических, так и практических вопросов изучения информационных потоков в биосистемах, передачи информации биофизическими путями, рецепции ЭМП биосистемой. Появились такие работы, как работа И. С. Марченко [1978а] в Брянске, где решаются вопросы очистки и восстановления лесных массивов страны, биофизические методы регулирования и прогнозирования термостойкости растений. Работы Дина Ф. Мандоли, Уинсослоу Р. Бриггса [1984] о световодах у растений, исследования по магнитотропности организма человека Н. Р. Деряпы [[1982] и исследования, связанные с пониманием механизма взаимодействия организма человека и животных с ЭМП светового диапазона и диагностики патологических состояний с использованием сверхслабого излучения организма человека, и наши данные о влиянии гелиогеомагнитных факторов на жизнеспособность клеточного монослоя [Казначеев, Михайлова, 1981].

Исследования в области межклеточных взаимодействий, изучение поведения клеточной культуры используются нами и предлагаются как тест-объект для изучения указанных выше задач.

Такова одна из возможных научно-практических перспектив дальнейших исследований по клеточным основам организации живого вещества и связанных с ним процессов и явлений физической космопланетарной среды.

Перспектива оценки биосистем и управления ими без применения химических, профилактических и лекарственных препаратов — будущая дистантная биофизическая терапия. Предпосылки ее имеются, а все нарастающая лекарственная, химическая, экологическая интоксикация делает эти методы (принципы) управления (лечения) жизненно необходимыми.

Глава 10

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

(*факты, гипотезы, размышления*)

Изложенные в предшествующих главах итоги многолетних исследований характеризуют различные стороны феномена ДМВ. Они свидетельствуют о том, что собственные сверхслабые электромагнитные излучения клеток и естественная электромагнитная среда имеют фундаментальное значение для жизнедеятельности клеток. Один из авторов данной работы (В. П. Казначеев) выдвинул в 1965 г. концепцию о возможности представления биосистемы (клеток) как неравновесной фотонной констелляции, существующей

за счет постоянного притока энергии извне. В соответствии с этой концепцией утверждалось, что белково-нуклеиновые структуры в клетках сосуществуют в единстве, пока их объединяет специфическая фотонная констелляция. Данная констелляция составляет информационно-регулирующую систему клетки, притом имеющую высокую степень надежности. В химических соединениях клетки записана квантовая информация. Она может извлекаться в результате биохимических превращений, которые, в свою очередь, запускаются (включаются) предшествующими информационными потоками сигналов, имеющими различную природу. Подобные информационные потоки могут передаваться от одних компонент клетки к другим, а также поступать в клетку из внешней среды. Кванты электромагнитного поля выступают как материальный носитель информационных потоков в биологических системах клеточного типа.

Дальнейший ход мысли, связанный с обобщением полученных экспериментальных фактов (В. И. Вернадский обозначал его как «логику естествознания»), привел к сопоставлению концепции неравновесной фотонной констелляции с некоторыми концепциями и теориями, разрабатывавшимися классиками отечественного естествознания (В. И. Вернадским, А. Л. Чижевским, К. Э. Циолковским и другими). Такое сопоставление — итог размышлений над эволюционными и космическими аспектами взаимодействия электромагнитных полей и явлений жизни. Подчеркнем, что среди трудов классиков естествознания особое место принадлежит работам В. И. Вернадского о живом веществе и его космопланетарных функциях. Итоговая формулировка этого учения была дана В. И. Вернадским в таблице характеристик материально-энергетического отличия живых естественных тел земной биосферы и ее косных естественных тел (см., например, [Вернадский, 1977, с. 133—135]).

В обобщающем естественно-научном учении В. И. Вернадского может быть выделен ряд положений, затрагивающих полевые, электромагнитные аспекты жизнедеятельности биосистем и живого вещества в целом. Аналогично А. Л. Чижевскому, великий естествоиспытатель подчеркивал исключительное значение космических излучений для жизненных процессов на Земле. Он отмечал, что естествоиспытатели, изучающие историю нашей планеты, постоянно сталкиваются в ходе анализа с «материально-энергетическими, не видимыми глазу и сознательно человеком не ощущаемыми проникающими космическими излучениями» [Вернадский, 1965, с. 13]. Первостепенное значение среди других видов космических излучений отводилось им солнечной радиации: «Роль Солнца на Земле и на всех планетах совершенно исключительная. Мы еще недостаточно глубоко понимаем геологическую связь с нашей центральной звездой и недостаточно ее учитываем» [там же, с. 24]. Таким образом, космические материально-энергетические потоки, значительная часть которых представлена электромагнитными излучениями, выдвигаются в качестве фундаментального

фактора, оказывающего воздействие на процессы на поверхности Земли (т. е. в биосфере, области распространения живого вещества).

В. И. Вернадский подчеркивал также, что условия появления жизни на Земле определили ее развитие в качестве целого, т. е. в виде биосферы, единого монолита живого вещества, организованность которого определялась преобразованием космической энергии и связанными с этим космопланетарными биогеохимическими функциями. Ученый подчеркивал: «Научно вопрос о начале жизни на Земле сводится... к вопросу о начале в ней биосферы... Вне биосферы мы жизнь научно не знаем и проявлений ее научно не видим. Организм, удаленный из биосферы, есть не реальное, есть отвлеченное логическое построение...» [Вернадский, 1980, с. 278].

Таким образом, с позиций обобщающего естественно-научного подхода любая биосистема должна рассматриваться как часть живого вещества, создающего специфическую организованность биосферы, области его распространения на планете. В свою очередь, биосфера является частью космической среды, пронизанной ее излучениями. (В. И. Вернадский отмечал значение представлений физиолога К. Бернара, выделявшего именно космическую среду жизни.)

Концепция биосистемы как неравновесной фотонной констелляции — логическое продолжение естественно-научных сообщений [Бауэр, 1935; Гурвич, 1944; Казначеев, Субботин, 1971]. С одной стороны, она рассматривает сверхслабые электромагнитные излучения как информационную основу жизнедеятельности клеток — этого основополагающего элемента живого вещества вообще. С другой стороны, естественная космопланетарная электромагнитная среда здесь является важнейшим фактором, регулирующим интенсивность и направленность сверхслабых электромагнитных токов в биологических системах. Исследование влияния солнечной активности на жизнедеятельность тканевых культур как раз призваны вскрыть закономерности и значение таких регуляторных воздействий.

Можно предполагать, что уже на первоначальных этапах эволюции живого вещества на Земле развитие способов усвоения биосистемами энергетических потоков регулировалось компонентами электромагнитной среды. Последние были фундаментальными, необходимыми факторами становления организации биосистем и живого вещества в целом. Далее следует иметь в виду, что с внешней электромагнитной средой взаимодействовали потоки электромагнитных излучений, которые испускали и сами элементы живого вещества (или, как говорил В. И. Вернадский, его отдельности: особи, биологические сообщества). Вероятно, эти потоки излучений становились жизненно важными компонентами их жизнедеятельности и взаимодействия многообразных дискретных элементов живого вещества в процессе эволюции. Совокупность внешних и внутренних электромагнитных потоков, образующая

единую электромагнитную биогенную среду, действовала как важный фактор механизмов трофических цепей, регуляции материально-энергетических потоков внутри и между отдельностями живого вещества (сообщества автотрофных и гетеротрофных организмов, сапрофитов, микроорганизмов, вирусов).

Потоки электромагнитного излучения, испускаемые отдельностями живого вещества (эти потоки могут также обозначаться как биогенные поля), взаимодействовали с космопланетарной электромагнитной средой. Космические излучения (солнечные, а также приходящие из дальнего космоса) определяли динамику ритмических и аритмических воздействий на отдельности живого вещества и на порождаемые ими биогенные поля. Таким образом, на протяжении эволюции биосферы и живого вещества здесь действовало как важнейший фактор единое электромагнитное поле, создаваемое потоками космических излучений и излучений самого живого вещества. Динамика этого космопланетарного электромагнитного поля, вероятно, существенно усложнялась по мере эволюции человека, развития его социальной деятельности, расширения научно-технической вооруженности человечества. Изучение особенностей динамики космопланетарной электромагнитной среды в связи с человеческой деятельностью (особенно в современную эпоху НТР) есть фундаментальная проблема современной биологии и экологии человека.

В. И. Вернадский, сообразуясь с данными о биогеохимических процессах и огромных перемещениях земного вещества в форме потоков атомов различных химических элементов, отмечал, что «явления мира атомов — микроскопического разреза мира — могут играть основную роль в формах выявления конечного результата жизни в биосфере» [1980, с. 255]. Исследования сверхслабых электромагнитных излучений биосистемами позволяют сделать аналогичный вывод о значении явлений мира атомов для организации жизни. Электромагнитные излучения, имеющие двойственную корпускулярно-волновую природу, образуют специфическую «основу» земной жизни (живого вещества).

Клетки — основополагающие элементы живого вещества — осуществляют жизнедеятельность в соответствии с динамической атомно-молекулярной организацией. В качестве специфического регулятора этой организации выступает совокупное электромагнитное поле, создаваемое излучениями самих клеток и внешними электромагнитными полями космопланетарной среды. Природа этого совокупного электромагнитного поля исследована недостаточно.

Можно, однако, полагать, что это поле сопровождает жизнедеятельность клетки с момента ее возникновения в результате митотических или мейотических процессов. Поле организует и определяет организацию и направленность атомно-молекулярных, материально-энергетических потоков в клетке все время ее существования. Принцип фотонной констелляции, о котором речь шла выше, является выражением этого регуляторного полевого процесса.

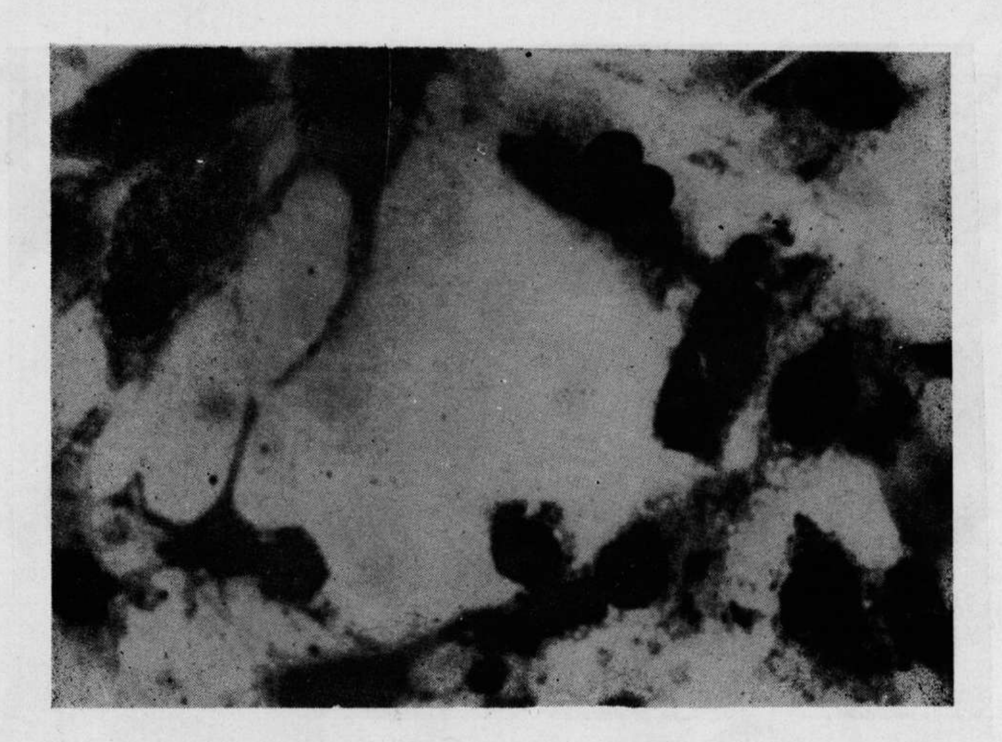


Фото 1. Зараженная камера. Кварцевая подложка. Культура фибробластов куриного эмбриона. Вирус Коксаки А-13. Дискомплексация монослоя, появление базофильных и пикностических клеток.

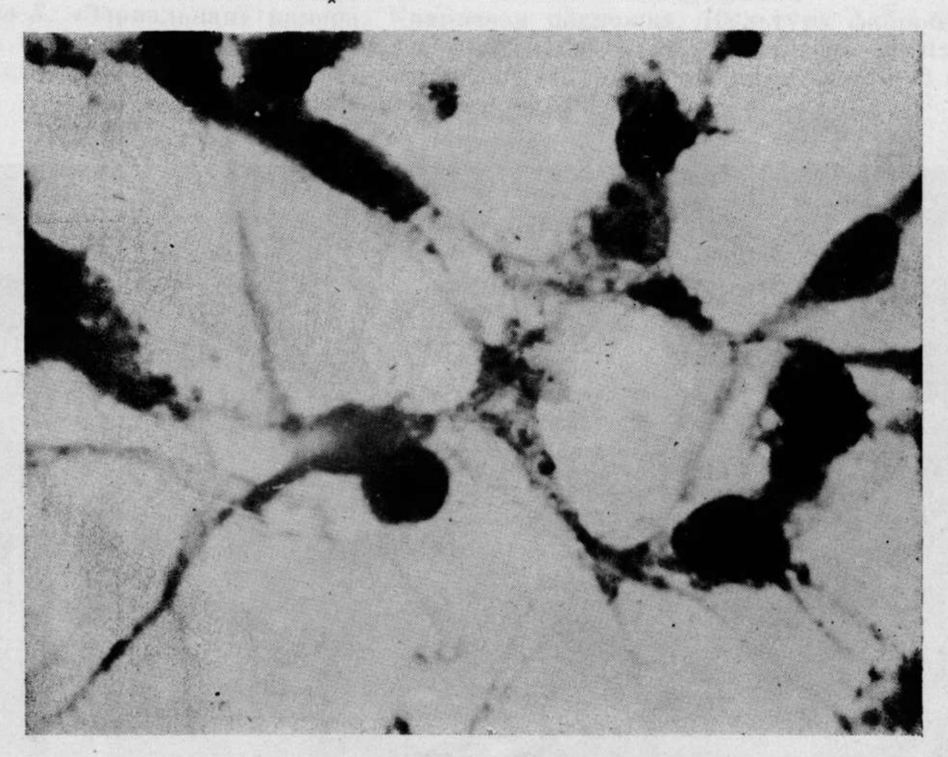


Фото 2. «Зеркальная» камера. Кварцевая подложка. Культура фибробластов куриного эмбриона. Появление округлившихся базофильных и отдельных пикнотизированных клеток. В камере-индукторе — вирус Коксаки А-13.

Фото 3. Контрольная камера. Культура фибробластов куриного эмбриона.

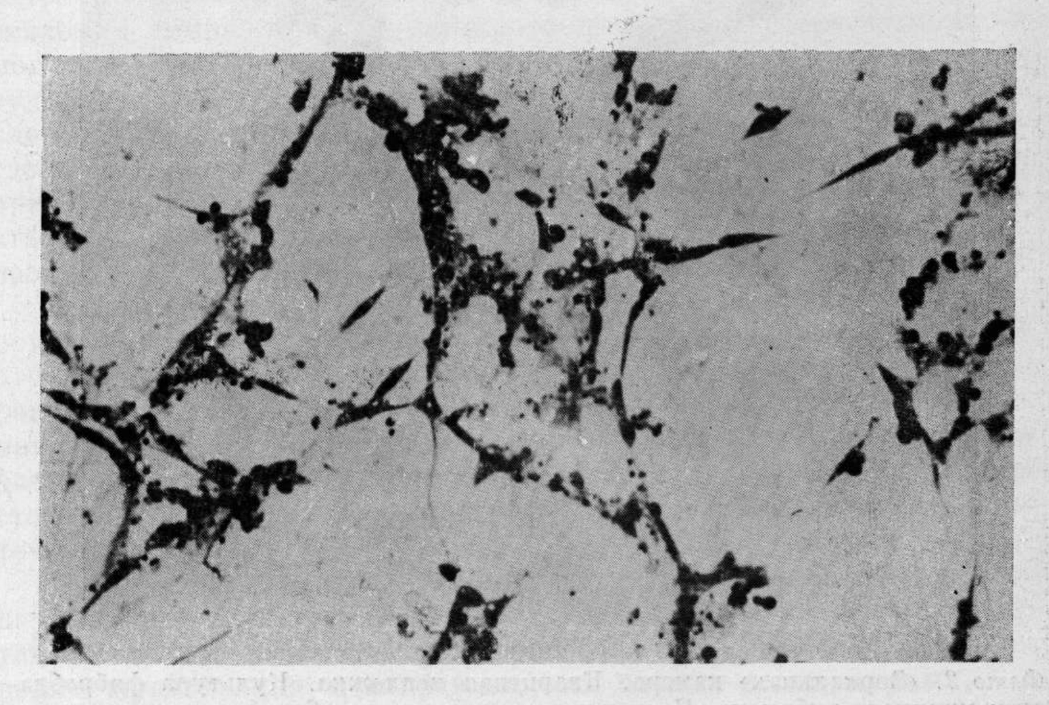


Фото 4. Зараженная камера. Кварцевая подложка. Культура фибробластов куриного эмбриона — тотальная гибель монослоя. Вирус FPV. Пикноз клеток, вакуольная дистрофия.

Фото 5. «Зеркальная» камера. Кварцевая подложка. Культура фибробластов куриного эмбриона. Массовое округление клеток и стягивание их в комплексы. Округлившиеся пикнотические вакуолизированные клетки. В камере-индукторе — вирус FPV.

Фото 6. Контрольная камера. Культура фибробластов куриного эмбриона.

Фото 7. Зараженная камера. Кварцевая подложка. Культура почки обезьяны. Аденовирус. Набухшие базофильные клетки с гиперхромным ядром. В *одной из клеток цитоплазматические включения*.

Фото 8. «Зеркальная» камера. Кварцевая подложка. Культура почки обезьяны. Округлившиеся клетки с гиперхромными ядрами. В камере-индукторе — аденовирус.

Фото 9. Контрольная камера. Клеточная культура почки обезьяны МК.

Фото 10. Камера с сулемой. Кварцевая подложка. Культура фибробластов человеческого эмбриона. Пикноз, зернистая и вакуольная дистрофия клеток.

Фото 11. «Зеркальная» камера. Кварцевая подложка. Культура фибробластов человеческого эмбриона. Пикноз ядер, вакуольная дистрофия клеток. В камере-индукторе — сулема.

Фото 12. Камера, облученная УФ. Кварцевая подложка. Культура фибробластов человеческого эмбриона. Клетки в виде зернистых шаров. Зернистый распад клеток.

Фото 13. «Зеркальная» камера. Кварцевая подложка. Культура ткани фибробластов человеческого эмбриона. Наряду с сохранившимися фибробластами, ядра которых потеряли способность воспринимать краситель, наблюдается зернистый распад клеток. Камера-индуктор облучена УФ.

Фото 14. Контрольная камера. Культура фибробластов человеческого эмбриона.

Фото 15. Гипомагнитная камера. Клеточная культура фибробластов человека.

Фото 16. Клеточная культура фибробластов человека в норме.

По существу, если придерживаться сложившихся представлений, то можно сказать, что вся генетическая информация биосистемы сосредоточена в макромолекулярной «упаковке», извлечение же нужной информации, ее структурирование в последовательности обменных процессов определяются потоками электромагнитной природы. Весь объем химических превращений в клетке, равный 10^{11-12} реакций в секунду, регулируется направляющей функцией поля клетки. Внутриклеточное поле взаимодействует с внешними полями поверхности Земли и с полями других клеток. Вероятно, эти поля не могут функционировать без такого взаимодействия. Изложенная гипотеза не противоречит современным естественно-научным данным и не является сегодня оригинальной.

В то же время новые научные факты заставляют вновь обратиться к идеям В. И. Вернадского о живом веществе, к его идеям о различных масштабах и уровнях организации материального мира, которые великий естествоиспытатель обозначал как три раздельных пласта реальности, в пределах которых замыкаются научно устанавливаемые факты. Как отмечал ученый, «эти три пласта, по-видимому, резко отличны по свойствам пространства — времени. Они проникают друг в друга, но определенно замыкаются, резко отграничиваются друг от друга как в содержании, так и в методике изучения их явлений. Эти пласты: явление космических просторов, явления планетные, нашей, близкой нам «природы», и явления микроскопические, в которых тяготение отходит на второй план» [Вернадский, 1977, с. 37].

Специфика раздельных пластов реальности (они могут обозначаться и как особые уровни пространственно-временной организованности материального мира: мегамир, макромир, микромир) определяется в общем виде особыми типами взаимодействий материально-энергетических и информационных потоков. Отметим, что использование понятия «информация» в данном случае весьма условно. Мы отчетливо сознаем разнородность существующих в литературе трактовок, связанных с этим понятием. Отметим, что высокая плотность информационных процессов характеризует преимущественно различные формы живого вещества, распространенные в пространстве Вселенной и обладающие свойствами самовоспроизведения, адаптирования и саморазвития. Попытка условных расчетов информации, связанной с живыми системами, недавно была предпринята Ф. Дайсоном [1982]. В естественно-научном отношении они базируются на некоторых идеях К. Э. Циолковского об условиях жизни в космосе.

На Земле пока известна одна форма живой организации — белково-нуклеиновая жизнь, строго подчиняющаяся правилам Реди и Пастера (все живое от живого, все живое дисимметрично). В. И. Вернадский в качестве основы учения о биосфере использовал понятие живого вещества. Очевидно, что это понятие включает одновременное существование всей совокупности известных белково-нуклеиновых форм жизни на Земле (в биосфере). Материальная основа организации живого вещества — атомно-молекуляр-

ная. На этой основе строится ячейка жизни — клетка и далее — все известные формы живых микро- и макротел. Вирусно-бактериальная организация является неотъемлемой составной частью живого вещества и также организуется на атомно-молекулярной основе. Эта же основа, но резко отличная по способу организации, наблюдается и во всех известных на земле формах неживой материи (так называемого косного вещества, по В. И. Вернадскому). Указанные различия суммированы ученым в уже упоминавшейся таблице сходств и различий живого вещества.

Вернемся к изложенным ранее фактическим данным. Все они могут получить свое объяснение и дальнейшее развитие на основе описанной гипотезы о возможной электромагнитной основе белково-нуклеиновой жизни (принцип фотонной констелляции). В этом случае поле рассматривается как носитель информации в организации, регулировании, активировании генетических и молекулярно- ферментативных и неферментативных систем. Гипотеза эта может быть использована в качестве естественно-научного средства при дальнейшем познании явлений жизни. Вместе с тем, не впадая в противоречие с фактами, можно сформулировать гипотезу иного характера, дополняющую указанную выше.

В. И. Вернадским неоднократно подчеркивалась мысль об особых состояниях (типах организации) пространственно-временных явлений, с которыми связана жизнедеятельность живых организмов, живого вещества. Вероятно, в различных областях и на различных уровнях иерархической организации Вселенной, используя различные типы организации пространства — времени, могут существовать чрезвычайно разнообразные формы живого вещества. Можно, в частности, предположить существование специфических форм живого вещества в связи с электромагнитными и иными видами физических полей. Это утверждение, конечно, дискуссионно. Однако оно не противоречит известным функциональным определениям жизни, которые ранее формулировались А. Н. Колмогоровым и А. А. Ляпуновым. Живое вещество, связанное полевой организацией материи, вероятно, также взаимодействует со своей сферой косного вещества и обладает свойствами организации живой материи (воспроизводство, адаптация, саморазвитие). Это живое вещество прямо или косвенно взаимодействует с косным веществом атомно-молекулярной организации, а также и с живым веществом белково-нуклеиновой жизни. Возможно, такая разновидность живого вещества может соприкасаться, взаимодействовать с теми полями, которые составляют функциональную основу белково-нуклеиновой жизни. Пути и результаты такого взаимодействия остаются неисследованными, и осуществление исследований в этом направлении было бы чрезвычайно интересным. Что же наблюдаем мы в наших экспериментах?

На основании наших исследований биосистем, их адаптивного поведения, включая не только отдельные организмы, но и большие системы (популяции, антропобиогеоценозы, антропоэкологические

региональные и глобальные системы), мы пришли к мысли о том, что исследование биосистем и живого вещества в целом может быть основано на следующей гипотезе. Живое вещество следует рассматривать как особое сочетание потоков материально-энергоинформационного содержания. Это сочетание потоков следует рассматривать как имеющее основой потоки электромагнитных излучений. Вне такого электромагнитного потока явления земной жизни не существуют. Тогда совокупное живое вещество может быть определено как особым образом организованная материя. Известно, что материально-энергетические потоки вещества, какие бы они ни были по своей природе, производят работу при условии постоянного притока энергии и ее превращения. Вероятно, среди всех известных потоков материи электромагнитные, в том числе световые потоки излучений, наиболее близки по некоторым своим свойствам к материально-энергетическим свойствам потоков живого вещества. Однако, в отличие от них, потоки живого вещества специфичны тем, что усваивают и преобразуют энергию внешних источников, прежде всего энергию Солнца. В живом веществе энергия света или органических и других материалов превращается в неравновесную структуру (по Э. Бауэру), за счет чего (неравновесности) и осуществляется эффект максимума внешней работы. Но это лишь часть внешней работы, за счет которой живое вещество получает из внешней среды следующие порции негэнтропии. Само же живое вещество, преобразуя внешние вещества и энергию в собственные структуры и затем во внешнюю специфическую работу, создают материально-энергетический и информационный поток, качественно специфический. Аналогии среди иных разновидностей материальных потоков живое вещество не имеет. Для того чтобы внешнее вещество и энергия превратились в неравновесные структуры, т. е. были организованы во времени и пространстве особым образом, нужна информация. Сохранение, накопление информации, ее обогащение есть та специфическая черта природных потоков живой материи, не имеющая аналогий в косном веществе и его разновидностях геологического, астрофизического характера.

Накопление и хранение информации осуществляется в виде живых структур, функционирующих почти всегда в диапазоне положительных и близких к ним температур.

В потоках живого вещества, по существу, мы имеем уникальное явление непрерывного превращения энергии косного вещества в его корпускулярной или волновой форме. Этот фундаментальный процесс, возможно, лежит в основе обратимости потоков энергии. Живая материя — это один из величайших «катализаторов», через которые замыкается бесконечный круговорот потоков энергии в биосфере Земли.

Обратимся к отдельным организмам и их преемственности. Здесь специфичность потока состоит в том, что он дискретен. Каждая особь (организм), накапливая информацию и превращая внешнюю энергию в собственные структуры, с течением времени перехо-

дит в косное вещество. Непрерывность потока здесь поддерживается преемственностью информационных свойств в поколениях особей. Следовательно, и отдельный организм можно представлять как часть потоков живого вещества. Таким образом, мы приходим к необходимости исследовать, в свете сказанного, структуру потоков живого вещества, взаимодействие элементов этой структуры друг с другом и косным веществом. Возникает множество новых проблем. Конечная цель ответов на эти проблемы состоит в познании естественно-природной сущности потоков живого вещества на Земле и управлении ими на различных уровнях (в том числе и на уровне индивидуального организма).

Опираясь на учение В. И. Вернадского о ноосфере, следует считать, что человечество есть новая ступень энергоинформационного потока жизни. Здесь те же свойства превращения вещества и энергии осуществляются на основе социальной деятельности и достижений знания через использование всех других видов материи: энергии минеральной, химической, солнечной, атомной и др. Таким образом, с появлением человека планета в целом становится особым образом организованным пространством направленного превращения энергий.

Силы, определяющие механизм превращений потоков в живом веществе на негэнтропийной основе, остаются пока мало исследованными. В. И. Вернадский утверждал, что такой силой становится сам человек, его социальные достижения, развитие научного знания, но это справедливо лишь для последнего этапа развития живого вещества, а проблема пока исследована мало. Однако, как нам представляется, сегодня есть достаточно оснований рассматривать живое вещество как грандиозный поток материи, имеющий свою специфическую неповторимость в мироздании,— поток космического масштаба, скорее всего отраженный на нашей Земле лишь своей частью. В этом потоке сочетаются с недавнего геологического времени две качественно различные ветви: живое вещество, не обладающее разумом, и живое вещество разумное (человек и его деятельность).

Однако суть обеих этих ветвей потока однонаправленна — организация негэнтропийного процесса в космическом круговороте материи. Какова эволюция этого потока, эволюция планеты Земля, вовлекаемой в этот поток, как носителя био- и ноосферы — все это, по-видимому, проблемы, которые сегодня уже могут быть предметом научных исследований.

Если принять гипотезу о живом веществе как о непрерывном специфическом потоке живой материи, то полученные факты заставляют признать, что этот специфический поток не является однородным и однонаправленным. Весь эволюционный процесс живого вещества в условиях Земли с несомненностью указывает на то, что потоки жизни суммарно имеют негэнтропийное направление, т. е. уровень организации жизни в процессе ее развития прогрессивно нарастает, повышается и мера устойчивого неравновесия. В то же время на уровне индивидов постоянно наблюдают-

ся потоки обратного направления: старение, заболевание и смерть. Аналогичные факты определяются также и среди видов, семейств и отрядов. Явления такого рода нужно расценивать как потоки энтропийной направленности, т. е. увеличение деструктивных процессов, снижение меры устойчивого неравновесия. Возникает вопрос, как, через какие механизмы взаимодействуют (соотносятся) друг с другом негэнтропийные и энтропийные потоки живого вещества? В какой мере они отражают специфичность жизни, каковы их конкретные материальные носители, имеют ли они независимое отношение друг к другу или они есть функции единого неразрывно связанного потока? На все эти вопросы сегодня дать ответ невозможно. Несомненно одно: в потоках жизни присутствуют два разнонаправленных течения — неравновесности и равновесности (негэнтропийный и энтропийный). Однако и такое, казалось бы, бесспорное утверждение требует экспериментальных доказательств. Во-первых, не исключена возможность, что существуют еще другие, не известные нам по своему информационно-термодинамическому строению потоки материи (например, предположение В. И. Вернадского об особенностях «эфира» в живом и неживом веществе). Во-вторых, негэнтропийная и энтропийная оценка реальных потоков может оказаться ошибочной вследствие отсутствия знаний о направленности потоков во времени. Например, то, что сейчас оценивается как негэнтропийный поток, может оказаться лишь фазой колеблющегося потока, периодически меняющего свой знак (негэнтропия — энтропия). Возможно сосуществование двух или многих форм живого вещества. Среди негэнтропийных потоков живого вещества следует выделить специфические и неспецифические компоненты потока. Например, известные биологические, физические факторы, стимулирующие митотическую активность клеток, следует рассматривать как возможные носители негэнтропийного направления неспецифического характера (митотические лучи А. Г. Гурвича и другие). Специфические факторы указанной направленности сегодня назвать невозможно (достоверных данных нет). В потоках энтропийной направленности среди неспецифических компонентов можно назвать некробиотические лучи Лепешкина, к специфическим компонентам мы относим излучение, описанное нами [Казначеев, Михайлова, 1981].

При оценке той или иной компоненты негэнтропийного и энтропийного потоков необходима большая осторожность, так как каждый из них может иметь сложную фазовую структуру: потоки могут колебаться, переходя из специфического компонента в неспецифический и обратно, но также менять свое назначение соответственно негэнтропийной направленности. Так, например, в наших исследованиях по «зеркальному» эффекту лучевой болезни мы наблюдали вначале стимуляцию митозов, а затем деструкцию и гибель клеток. Важно подчеркнуть и другой несомненный факт. С 1965 г. в наших исследованиях «зеркального» эффекта мы всегда наблюдали лишь потоки энтропийного направления и никогда не удавалось зарегистрировать убедительной их обратной направлен-

ности в эксперименте. Объяснения найденному факту мы дать не можем.

Мы предполагали, что одним из биологических целесообразностей такого эффекта был механизм своеобразного блокирования вирусной инфекции в клетках (вирогения) в период эволюционного превращения животных гомойтермного типа обмена в пойкилотермные.

Итак, представление о живом веществе как о непрерывном потоке живой материи можно рассматривать лишь как гипотезу первого приближения. Однако на ее основе сегодня можно попытаться построить классификацию структуры и характеристики этого потока для того, чтобы более направленно планировать дальнейшие экспериментальные поиски. В научном аспекте изложенные выше соображения могут быть полезны для дальнейшего развития учения В. И. Вернадского о живом веществе, биосфере, ноосфере, а также указанной нами ранее эволюционной стадии развития *ноокосмогенеза*. На этом же пути, по-видимому, могут быть получены новые данные и по важнейшему вопросу естествознания — о сущности происхождения и эволюции живой материи как в земном, так и в космологическом аспекте.

Если принять представления о живом веществе как о непрерывном специфическом потоке в качестве рабочей гипотезы (основная посылка), нельзя не коснуться некоторых общих вопросов о возможных путях эволюции самой жизни. Это тем более важно, что в современных работах самого широкого научно-методологического плана, по нашему мнению, значение живого вещества в эволюции мира оценивается недостаточно масштабно (см., например, [Шкловский, 1982, с. 190—216]). До сих пор в представлении ряда ученых давлеет представление о жизни в сугубо земном ее выражении, земных ее формах. Космологические аспекты эволюции мира, научной картины Вселенной содержат в себе, с одной стороны, представления о всех возможных сочетаниях энергетических и материальных потоков, а с другой — очень ограниченные геоцентрические масштабы живой материи. Несоответствия такого рода в ряде современных научно-методологических работ, с нашей точки зрения, нельзя признать удовлетворительными. В настоящее время следует, опираясь на опережающие идеи В. И. Вернадского, К. А. Тимирязева, К. Э. Циолковского, продолжить намеченные ими линии исследований. Можно утверждать, что в эволюции мира потокам живого вещества принадлежит столь же важное значение, по крайней мере не случайное, как и потокам в неживой природе. При этом потоки живого вещества сосуществуют в эволюции мира в разных материально-энергетических формах, их проявления многообразны, земные же формы жизни, включая человека, есть лишь одно из проявлений этого бесконечного многообразия. Сегодня принципиально важно преодолеть консервативность в представлении об уникальности распространения живого вещества. В то же время имеется основание высказать некоторые общие положения в указанном аспекте.

Возможную роль потоков живого вещества в эволюции мира можно было бы рассматривать с точки зрения их материально-энергетической природы и разнообразия. Для такого направления исследований в науке нет достаточных предпосылок. Для возможной оценки потоков живого вещества в свете более общих закономерностей такие предпосылки имеются. Известно, что любой вид информации может быть передан только при условии определенных материальных носителей. Величина энергии, необходимая для передачи того или иного вида информации (ее количества и качества), может быть различна. В общей эволюции мира величина энергии носителей информации и объем информации, который передается этим носителям (содержится в нем), неизбежно могут либо возрастать, либо уменьшаться. В первом случае (возрастание) можно определить пределы такого развития. Таким пределом, вероятно, следует считать уровень развития потоков живого вещества, где минимальное количество энергии содержит в себе (несет в себе) максимальное количество информации. Здесь можно сформулировать правило: пределом развития потоков живого вещества является такое его состояние, где дальнейшее увеличение количества информации на единицу энергии и единицу времени невозможно. На этом уровне организация потоков живого вещества должна либо неизбежно развиваться в сторону роста энтропии, либо преобразовываться в принципиально новые формы живого вещества. И то и другое возможно, хотя последнее менее вероятно. А в таком случае увеличение энтропии потоков живого вещества будет характеризоваться все большим нарастанием.

Изложенные выше гипотезы и итоги размышлений над проблемой взаимоотношения электромагнитных космопланетарных процессов и живого вещества могут рассматриваться как вариант постановки проблем для дальнейших исследований. Обсуждение велось в основном в русле развития некоторых фундаментальных положений классического и современного естествознания, прежде всего в связи с учением В. И. Вернадского. В свете сказанного уместно вернуться к проблемам эволюции.

Проблема возникновения жизни на Земле давно служит предметом многочисленных исследований и связана с поисками жизни во Вселенной, включая внеземные цивилизации.

Многие ученые подчеркивают феноменальность земной жизни, доказывая несостоятельность гипотезы панспермии от идеи перемещения органических зачатков через космос до посещения нашей планеты разумными космическими обитателями [Шкловский, 1982]. Наряду с этим имеются убежденные сторонники концепции о множественности проявлений жизни во Вселенной, развивающие идеи К. Э. Циолковского [Опарин, Фесенков, 1956; Фадеев, 1972; Старостин, 1980].

Создание концепции антропогеокосмизма можно рассматривать как отражение объективного процесса формирования системы Человечество — Земля — Вселенная [Урсул, 1974]. Великий круговорот энергии и вещества через биосферу и далее — ноо-

сферу — силу разума человечества — явление космическое [Вернадский, 1977].

Следовательно, космизация повсеместна. Она знаменует новую эпоху научно-технического прогресса, начало новой и мировоззренческой революции такого масштаба, которого не знала история человечества. Идея космизации прошла длинный и противоречивый путь развития, издалека, по крупицам, на основе великих открытий происходили созревание, подготовка наступающей грандиозной эпохи. От греческих и наивных восточных материалистов-диалектиков через открытия Ньютона, Галилея и Коперника, затем Циолковского, Вернадского, Чижевского, последние открытия астрофизики — так вызревали идеи современного космизма.

В современной литературе есть немало попыток ответить на вопрос о путях и перспективах космизации биологии, где истина рождается в спорах различных научных школ, где только факты, практика жизни в свете диалектического материализма могут быть признаны высшим судьей для оценки истины. Наверное, наиболее глубокие прогнозы следует искать в трудах самих творцов современных идей космизма.

Идеи геоцентризма в возникновении жизни, живого вещества неоднозначны. Среди них можно выделить две основные группы.

Первая — это гипотезы, в которых предполагается возможность образования в первичных земных сферах (прежде всего в водной среде) элементарных органических соединений с зачатками матричной нуклеиновой структуры и последующего их совершенствования в силу изменчивости, закрепления новых свойств в потомстве путем наследственности и естественного отбора [Опарин, 1977].

В этой группе теорий есть много разновидностей, оттенков, в том числе существуют мнения об ограниченности современной, так называемой синтетической, эволюционной теории. Много внимания уделяется органической добиологической эволюции.

По нашему мнению, серьезного внимания требуют идеи ортобиоза И. И. Мечникова, номогенеза Л. С. Берга [1977] и их варианты с позиций материалистической диалектики.

Что же такое живое вещество? В работах В. И. Вернадского — создателя современного учения о живом веществе и биосфере как космопланетарных явлениях природы акцент делается в основном на макромолекулярной его природе. Однако В. И. Вернадский много раз подчеркивал значение лучистой (световой) энергии в его природе, связывая условия возникновения жизни на Земле с энергией Солнца.

В законах В. И. Вернадского (биохимические принципы) и Э. Бауэра выделяются главные свойства живого вещества: состояние (поддерживание) устойчивой неравновесности и эффект максимума внешней работы. На взаимосвязь биосферы и ее элементов с солнечными и космическими излучениями указывал в 30-х годах А. Л. Чижевский.

Пути научных исследований новых свойств живого вещества различны. Главным критерием для объективно-научной их регистрации должны быть биологические, физиологические измерения: структура и функция живого вещества, организмов, биосистем разных уровней организации. Здесь исследователь должен руководствоваться объективной регистрацией структуры и функцией живой материи, именно эти биологические измерения совокупности жизни (ее сущностных свойств) есть «фотография», объективное отражение явлений природы, не зависимых от нашего сознания.

Подобных примеров в истории науки много. Если бы тонкое строение генетически активных (информационно-компетентных) макромолекул не удостоверялось их воздействием на функцию и структуру живого вещества, не проявлялось (прямо или косвенно) в их фенотипе, то научного доказательства их информационной роли в генетическом аппарате (включая и его отдельные молекулярно-биофизические компоненты и свойства) мы бы не имели до сих пор, как бы тонко ни была изучена их первичная физикохимическая структура. Между тем в исследовании новых свойств живого вещества (организмов, популяции и др.), как правило, доминируют физические, химические, физико-химические расчеты и системы моделирования. Такие методы исследований здесь необходимы и уместны, но все они должны служить для оценки биологической закономерности, закономерности специфической, неповторимой формы живой материи. Таким образом, с одной стороны, естествоиспытатель, далее — чистый (выделенный) фактор внешней (внутренней) среды и, с другой — объективная оценка структуры и функции биосистемы с ее спецификой. Последнее и есть то явление природы, которым живая природа отвечает на вопросы естествоиспытателя. Отдельные физические и другие (не оцененные биологически, физиологически) показатели, видимо, не могут быть адекватны и доказательны в биологических исследованиях без одновременных биологических оценок на данном этапе поставленной проблемы. Нелепо, например, исследовать физикохимию семян и утверждать их перспективность (свойства), если нет оценки феномена урожайности данного сорта.

Физико-химические, биохимические методы остаются необходимыми дополнительными в исследованиях специфических свойств живого вещества.

Далее в исследованиях должен быть использован и принцип историзма. Очевидно, что неисследованные, еще неизвестные сегодня свойства живого вещества, организмов растений, животных и человека имеют свои историю, механизмы эволюции, т. е. отражают определенные приспособительные качества в далеком прошлом, исчезающие (исчезнувшие) или сохранившиеся (закрепившиеся, преобразовавшиеся) сегодня.

В 1971 г. мы писали об этом в «Этюдах к теории общей патологии» [Казначеев, Субботин, 1971] достаточно подробно. Был представлен расчет невозможности, например, объяснить управление

(самоуправление) функцией (структурой) клетки теплокровного (где в секунду протекает $10^9 - 10^{10}$ элементарных химических реакций) лишь на основе цепных макромолекулярных химических и биофизических процессов. До сих пор нет аргументированного ответа на вопрос: как может осуществляться взаимосвязь в нервных центрах (ЦНС), где количество нейтронов исчисляется десятками миллиардов. Если ограничиться лишь синаптическими — нейроволокнистыми структурами, то вес этих структур (в реальных масштабах) должен на 3—4 порядка превышать реальный вес существующего мозга млекопитающих, сказанное особенно относится к мозгу человека, человекообразных обезьян, дельфинов и других высокоорганизованных животных.

Возможно также, что у ряда животных и человека дистантные формы связей имели важное эволюционное (адекватное) значение на определенных этапах их истории, в настоящее время преобразовались в иные системы регулирования (управления) и относительно прошлого представляют лишь реликтовые черты среди большинства особей современной популяции.

Другой подход, обратный изложенному, состоит в регистрации воздействия биологических объектов на внешнюю физическую и химическую среду, организацию внешней среды (косного вещества). В этих исследованиях, вероятно, в качестве физических (химических) объектов (явлений) измерения должны быть такие, в которых физические (химические) показатели подвергаются наименьшим спонтанным, случайным колебаниям в автоколебательных процессах в данном объеме пространства, времени и чувствительности приборов. При этом необходима исходная оценка состояния биосистемы. Более всего удовлетворяют таким требованиям световые потоки, их скорость, изменение направления в пространстве. изменение волновых поляризационных и других свойств. Далее — гравитационные поля, в различных экспериментах с изменением веса косных тел (с исключением магнитоиндукции), характеристика химических и физико-химических процессов, например состояния жидких кристаллов, молекулярно-ионной организации воды. Требуют дальнейшего расширения и методики регистрации эффекта Кирлиана, а также неоправданно забытого эффекта Кирврана. Точная регистрация указанных эффектов может привести к неожиданным результатам. Уместно назвать в этом ряду и эффект Козырева с учетом функции живого вещества.

Следует учитывать несомненные факты о том, что воздействие физических агентов на биосистемы и биосистем на физические и биологические объекты (биосистемы) в пространстве и времени часто нелинейно, особенно во времени: могут регистрироваться как прямые быстрые, так и прямые (косвенные, опосредованные) близко и далеко отсроченные в астрономическом времени эффекты.

Есть данные о влиянии организованного вокруг человека пространства на биосистемы (клетки, животные, растения) в опытах, где биообъекты подвергаются строгой биологической оценке и регистрации. Например, поведение «нильского слоника» [Протасов

и др., 1981], феномен так называемой биоиндикации [Иориш, Туробов, 1984].

Возможно предположить, что аналоги ДМВ могли иметь известное значение при осуществлении коммуникации в человеческих коллективах (популяциях) на ранних этапах биосоциальной эволюции человека. С этих позиций, например, может быть проанализирована смена последнего «предчеловеческого» морфофизиологического типа (неандерталец) собственно человеческим (кроманьонец) примерно 40—50 тыс. лет назад.

Возможно, что на уровне социальной и психофизиологической организации кроманьонского человека мог проявиться феномен дистантной связи (передача состояния, чувства, тревоги, стресса). Такие связи, видимо, существуют у человека в системе мать — плод. Если плод рождается незрелым, но жизнеспособным, эти связи будут иметь большую вероятность сохраниться (развиться) в постнатальном периоде, т. е. проявиться дистантно на малых и больших расстояниях. Возможно, что люди, рожденные на 7-м месяце беременности, в большей мере должны обладать дистантными связями. Люди же, родившиеся доношенными, это свойство будут максимально проявлять в течение календарного года за 2—3 мес до дня своего рождения.

Сроки (продолжительности) беременности и неандертальского, и кроманьонского человека пока остаются неизвестными. Неизвестно и эволюционное время закрепления у современного человека 9-месячной («нормальной», как это утверждается сегодня) продолжительности [Пильбим, 1984]. Возможно, что и у современных людей имеется две программы сроков доношенной беременности (7 и 9 лунных месяцев), это предположение требует исследований. Мы уже обращали внимание на это.

Дистантная связь может выражаться в передаче разных форм состояний, ощущений, поведения, отдельных эффектов сознания, необходимых, например, при разработке методик дистантной передачи состояний отрицательных и положительных стрессов. Для этого донор не должен ничего видеть, он должен переживать, настраиваться (испытать) наиболее яркие формы стресса. У реципиента же важно зарегистрировать знак стресса, если он будет иметь место в опытах.

Если же исследовать метод рисования, то при двух вариантах стресса их окраска будет, видимо, выражаться в геометрии произвольных рисунков (разорванность схемы и законченность, вертикальная, горизонтальная направленность и др.).

В экспериментах дальней связи нужно учитывать планетарно-солнечную электромагнитную обстановку, желательно опыты организовать по одновременным сеансам в широтном и долготном направлениях (Новосибирск — Диксон; Новосибирск — Владивосток; Новосибирск — Антарктида). Материалы опытов должны быть подвергнуты машинной обработке (желательно в реальном времени эксперимента с возможной коррекцией по типу обратной оптимизационной связи).

В целом недостаточная эффективность лечебной медицины, все нарастающая угроза химической лекарственной эпидемии, проблемы сохранения и развития здоровья, несомненно, требуют ускорения научных исследований неизвестных свойств живого вещества в его более глубокой эколого-эволюционной взаимосвязи с окружающей средой. Организм человека не является исключением, напротив, именно в психофизиологической, психосоциальной, биосоциальной сущности человека более всего можно ожидать неизвестные нам свойства фундаментального характера; самая высокосамоорганизованная форма живого вещества — организм человека — таит в себе и более всего неизведанного. Такова его диалектика, его материальная сущность. На это не раз указывали крупнейшие естествоиспытатели В. И. Вернадский, Н. Бор, П. Л. Капица и другие.

Указанные пути научных поисков сегодня составляют, вероятно, важнейшее ядро будущего биологического и медицинского в науке, в этом направлении будут найдены практические методы нехимического управления биологическими системами, их эволюцией и здоровьем человека.

Диалектика термодинамических процессов в генетических структурах, в свете высказанных положений, также своеобразна и характеризуется единством и противоположностью, противоречивостью и относительностью. Дальнейшие исследования термодинамики генетических структур требуют новых методических подходов и оценок.

Указанное экспериментальное направление, по нашему мнению, создает предпосылку последующего этапа в изучении сложной и очень перспективной проблемы информационной функции электромагнитных (световых) полей в передаче биологической информации.

Оставаясь сторонниками гипотезы В. И. Вернадского, мы не останавливаемся на этой интересной проблеме и, оставляя в стороне доказательства правильности той или иной группы геоцентрических гипотез происхождения жизни, укажем, что полученные нами за последние два десятилетия факты о роли сверхслабых электромагнитных полей и передаче биологической информации из одной живой клетки в другую дают нам сегодня возможность вновь вернуться к этому важнейшему вопросу. Несмотря на разнообразие возможных путей возникновения жизни (живого вещества) на Земле, необходимо ответить на вопрос: является ли электромагнитная среда необходимым и обязательным условием (компонентом) жизни? Иначе говоря: является ли современная электромагнитная среда на Земле жизненно необходимой, возможна ли жизнь вне этой среды? По нашему мнению, она является жизненно необходимой.

Еще в экспериментах 30-х годов А. Л. Чижевский [1978] показал, что в гипомагнитных камерах рост и развитие бактерий претерпевают существенные изменения.

По нашим данным, в гипомагнитных условиях (при экранировании внешних полей в 10^3 раз) изменяется ритмика деления клеточного монослоя, клетки млекопитающих деградируют и гибнут, при развитии куриных эмбрионов в тех же условиях наблюдаются параличи крыльев и ног цыплят, большие изменения в печени и миокарде сердца цыплят при гистологических исследованиях, в то же время клеточные культуры в обычных термостатах очень тонко реагируют на периодические и апериодические изменения естественного ЭМП и солнечной активности.

Анализируя эти новые факты, а также многочисленные прежние *эксперименты о роли* ЭМП *в передаче биоинформации в клеточ*ных культурах, коснемся возможных их механизмов. Ранее мы указывали на то, что в наших опытах представлены факты не о простой системе передачи биологически важных сигналов. Мы показали новый факт передачи биоинформации, передачи таких состояний (процессов) клеток, которые заведомо не могли быть зашифрованы в их генетическом аппарате, т. е. в их эволюционной генетической памяти. «Передача» же сигналов от одной клетки к другой настолько всеобъемлюща, что захватывает весь жизненный цикл клетки и направляет его по новому, специфическому для нее, генетически не закодированному руслу. Более того, это новое состояние, вызванное самыми различными экзогенными по отношению к клеткам факторами (вирус, сулема, УФ-излучение) при формировании «зеркального» цитопатического эффекта, может быть вновь передано другим поколениям здоровых клеток. Генетические программы последних вновь изменяются по новому заложенному руслу.

Возникает вопрос: с каким явлением мы имеем дело? Или с одним из вариантов, доказывающим наличие еще одних прямых и обратных связей в уже утвердившемся представлении о биологических системах, или полученный феномен мы лишь искусственно пытаемся «втиснуть» в существующие представления и гипотезы?

Несомненно, следует и далее изучать полученный нами феномен, но в его изучении полезно иметь ряд рабочих предположений. Одно из них состоит в том, что открытый нами феномен ДМВ мы рассматривали и ранее как проявление не вторичной передачи биологического сигнала, а как некий первичный субстрат самой жизни.

Мы полагали, что суть живого вещества (живой формы материи) полевая. Это значит, что материальный поток в существующей электромагнитной земной среде в своем движении, попадая в заселенное атомами и молекулами пространство, при соответствующих физико-химических условиях строит из них вторичную сложную макромолекулярную структуру. Указанные структуры являются важной стороной жизни, ее первичного полевого потока. Они отражают в матрицах, ферментно-метаболических процессах макромолекулярную неравновесную структуру, которая становится акцептором превращения других материальных потоков энергии; структуры эволюционируют, совершенствуются. Однако

полевые или изначальные (первичные) формы жизни постоянно остаются ведущими. Они могут мигрировать при соответствующих условиях из одной макромолекулярной структуры (клетки, живые организмы) в другую, взаимодействовать друг с другом, изменять вторичные биохимические свойства. Возможно также предположить, что известные сегодня изотопические особенности ряда элементов органических биохимических систем, их молекулярная дисимметрия есть отражение более глубинных свойств первичных полевых, в частности электромагнитных, форм живого вещества.

В свете изложенного нельзя исключить мысль, что возникновение жизни на Земле может продолжаться всю ее геологическую историю без перерыва в разных формах, причем живые потоки могут различно взаимодействовать друг с другом. При этом остаются доминирующими наиболее прочные и жизнестойкие уже сложившиеся формы жизни, т. е. те формы, которые мы считаем изначальными и единственными на Земле (вирусы, фаги, бактерии, клетки, авто- и гетеротрофные многоклеточные биосистемы в целом). В свете представленного очень дискуссионного предположения следует признать, что электромагнитная среда в возникновении жизни есть среда особая и не может быть сравнима с другими внешними средами. Здесь аналогий нет. Вот почему, с нашей точки зрения, электромагнитная среда не только жизненно необходима, но и является одним из наиболее первостепенных «уровней» всех сред жизни, где управление биосистемами в норме и патологии наиболее перспективно. Наше познание внешних и внутренних сред (условий) существования биосистем идет от простого к сложному. На этом уровне внешние и внутренние среды исчезают; они становятся одной неделимой средой, в которой существует, развивается живое вещество биосистемы и ее высшее творение — человек.

Изложенная гипотеза экспериментально может быть проверена — это сегодня реально. Необходимо также подчеркнуть, что электромагнитная среда Земли в процессе ее эволюции не была однородной и неизменной. Важно учитывать, что особенности древних ЭМП, их эволюция могли и не соответствовать эволюции биосферы. Одни компоненты ЭМП Земли, необходимые для жизнедеятельности биосистем, могли исчезать и, наоборот, могли появляться новые, жизненно опасные для их существования.

Сказанное относится к проблемам индивидуального развития животных и человека, у которых в разные периоды онтогенеза могли быть разные экологические потребности в электромагнитной среде. Вероятно, в процессе эволюции формировался и особый вид приспособления, своеобразного гомеостаза, т. е. поддержание жизненно необходимой электромагнитной внутренней и в определенной степени внешней среды (их единого компонента). Такие идеи мы находим в трудах В. И. Вернадского и А. Л. Чижевского. Конечно, взаимодействие биосистемы, в том числе организма человека, с внешней средой есть очень сложный процесс. В организме человека и высших животных можно предполагать существова-

ние механизма электромагнитного регулирования. Об этом с несомненностью говорят наши модельные опыты о высокой чувствительности клеточных культур к изменениям естественного ЭМП Земли, поскольку подобных изменений в тех же самых условиях в тканевых и клеточных структурах животных и человека не наблюдается.

Следовательно, в живом организме функционирует и управляющее устройство, которое располагает возможностями рецептировать наступление внешних колебаний ЭМП окружающего пространства. Многих из таких предшественников-сигналов, вероятно, мы не знаем или знаем недостаточно (отдельные диапазоны электромагнитных излучений, поляризации, ионизации, радоновое «дыхание» Земли и др.). По-видимому, рецептирование осуществляется на уровне клеточных, возможно специализированных, структур. Приведем некоторые новые данные.

В ИКЭМ СО АМН СССР С. В. Казначеевым и Л. В. Молчановой проведены исследования по влиянию электромагнитного поля оптического (видимого света) на организм человека. Исследовали механизм распределения потока падающего света на открытые участки поверхности тела человека и механизм проникновения света (видимого диапазона) в организм человека.

В качестве объекта исследования было выбрано предплечье правой руки мужчин и женщин в возрасте от 20 до 40 лет. Исследования проводились в первую половину дня в октябре — ноябре 1983 г. Помещение, в котором проводились исследования, представляло собой изолированную комнату.

Схема эксперимента была следующая: на предплечье исследуемого в разные точки поверхности подавался луч света. В качестве источника излучения использовалась лампа накаливания (напряжение питания 4,6 В), сопряженная с волоконно-оптическим жгутом диаметром 4 мм. Освещенность светового пятна на коже была равна 1 лк (измерения проводились люксметром Ю-17). Спектральный состав входного излучения задавался абсорбционными фильтрами с $\lambda \sim 450$; 540; 680 нм (± 50 нм), которые устанавливались на выходе волоконно-оптического жгута. С соседних, отстоящих от освещенного пятна на расстоянии 3—10 см неосвещенных участков кожи снимался сигнал фотометрической приставкой к люминесцентному микроскопу ФМЭЛ-1А с фотоэлектронным умножителем ФЭУ-79, чувствительным во всей видимой области спектра (напряжение питания ФЭУ составляло 2 кВ).

В эксперименте характер регистрируемого фотоэлектрического сигнала наблюдался непосредственно на экране осциллографа С1-68, а число импульсов тока, возникающих на выходе ФЭУ, подсчитывалось электронным частотомером ЧЗ-36, включенным в режим суммирования.

В результате проведенной работы выяснено, что не все участки кожной поверхности способны в равной мере проводить падающий на нее свет. Светопроводящие участки, фиксируемые визуально, по своей топографии совпадали с проекцией на коже каналов

Таблица 12

Суммарные данные по свечению акупунктурных точек (120 опытов)

Фильтр λ (max), нм	Освещенность пятна в точке, лк	Сигнал выхода, имп./мин
680±50	2,6	395,0±10,0
540±50	2,4	5,9±2,6
450±50	2,4	90,7±13,0
Без фильтра	1,0	1200,0±22,0
Фон	—	40,0±2,0

акупунктуры, описанных древними китайскими авторами несколько тысячелетий назад.

Наиболее представительными в этом отношении были меридианы сердца. Несмотря на визуальную фиксацию светящихся каналов, ФМЭЛ-1А, поставленная на акупунктурную точку канала, не фиксировала никакого сигнала, если световое пятно, подаваемое на кожу, не совпадало с акупунктурной точкой этого же канала. Эффект проводимости светового потока регистрировался лишь тогда, когда источник света и светофиксирующее устройство устанавливались на точки акупунктуры одного канала дистального отдела предплечья.

В таком расположении источника света и светоприемного устройства на регистрирующем частотомере фиксировались импульсы света, превосходящие фон при подаче белого света в 30 раз, красного в 9 раз, синего в 2,5 раза, а при подаче зеленого сигнал становился чуть больше фонового, хотя мощность подаваемого сигнала на вход была во всех трех случаях одинаковой (табл. 12).

Следует отметить, что смещение источника света даже на 3—4 мм в сторону от точки акупунктуры при фиксированной на удаленной акупунктурной точке того же самого канала ФМЭЛ-1А приводило к мгновенному уменьшению сигнала до фонового уровня. Полученный факт позволяет предполагать, что акупунктурный канал проводит сигналы и потенциально способен проводить свет по тканям организма.

Возвращаясь к данным, представленным в табл. 12, можно считать, что наибольшая часть светопропускания по исследуемому акупунктурному каналу лежит в красной и синей областях видимого оптического диапазона частот.

Результаты представленной работы дают основание предполагать существование в организме человека и животного специальной многокомпонентной фотооптической системы, позволяющей организму существовать в конкретных экологических условиях тех или иных климатогеографических зон Земли и считать указанную систему одной из наиболее древних механизмов регуляции живых организмов.

В соответствии с полученными опережающими сигналами из окружающего пространства в организме формируется, вероятно, сложная ответная реакция, заключающаяся в изменениях собственного внутреннего и внешнего полей. Эти изменения предупреждают (нейтрализуют или дополняют) соответствующие периодические или апериодические колебания солнечной активности и естественных ЭМП Земли.

Наш клинический опыт позволяет утверждать, что среди людей существует несколько вариантов таких реагирований: 1) люди с выраженной, полноценно реагирующей системой опережающей перестройки собственного внутреннего и внешнего ЭМП в данном географическом пункте; 2) люди с нарушенным опережающим реагированием: а) в сторону завышения (избыточности) компенсаторных реакций (эти контингенты будут страдать, как правило, метеореакциями как при небольших естественных флуктуациях ЭМП, так и при небольших искусственных электромагнитных засорениях среды); б) в сторону занижения (недостаточности) компенсаторных реакций (такие люди более всего будут страдать метеореакциями при выраженных естественных или искусственных электромагнитных колебаниях); 3) люди с извращенным реагированием, носящим фазовый парадоксальный характер, особенно при апериодических колебаниях ЭМП и при географических перемещениях; 4) больные в этой гомеостатической системе — это люди с еще неизвестным сегодня семейством особых заболеваний («электромагнитные болезни») (табл. 13). Клиническая картина их многообразна — от функционально обусловленных недомоганий до первичных капилляропатий, тяжелых острых и хронических органических патологических процессов. В настоящее время эти заболевания вследствие трудности их выявления относят к известным системнонозологическим, самым различным

Таблица 13

Типы возможного реагирования людей на климатогелиофизические (КГФ) колебания

Реагирование	Конституциональный вариант	Реакция в период действия КГФ-факторов	Реакция в период последействия*
Нормальное	Спринтер, стайер	Ранняя бальнеореакция, поздняя бальнеореакция	Сохранение адаптивных возможностей
Избыточное	Преимущественно спринтер	Сильная ранняя бальнеореакция относительная метеоустойчивость	Снижение адаптивных возможностей преимущественно к острым нагрузкам
Недостаточное	Преимущественно стайер	Отсроченная слабая бальнеореакция. Высокая метеолабильность	Снижение адаптации преимущественно к хроническим нагрузкам
Парадоксальное	Спринтер, стайер	Извращенная бальнео- и метеореакция	Резкое снижение адаптации
Патологическое (ЭМП-болезни)	То же	Обострение процесса метеопатии	Ограничение адаптивных возможностей; хронизация процесса

* В зависимости от последующей электромагнитной обстановки.

классификациям болезней, а также формам утомлений. Этиология и патогенез предполагаемой патологии, несомненно, едины. Что касается механизмов развития предполагаемых заболеваний («электромагнитных болезней»), то они сложны и реализуются на различных уровнях — от нервных и вегетативно-эндокринных реакций до нарушения системы регенерации, узнавания, иммунитета и процессов взаимодействия «вирус — клетка». Добавим, что в свете изложенной выше гипотезы это может быть особая форма патологии, *которая лежит в основе многих* других известных сегодня патологических процессов.

Перечисленные вопросы составляют задачи будущей патологии. Напомним, например, идеи А. Л. Чижевского и так прочно утвердившуюся сегодня концепцию кардиоцентризма. Между тем есть достаточно оснований предполагать, что микроциркуляция в кровеносных капиллярах (и не только в них) обусловлена иными (электромагнитными) процессами и не может исчерпываться, как это полагают сегодня, только лишь механической работой сердца (артериовенозный механический градиент). Те же новые подходы и вопросы возникают в понимании процессов узнавания, несовместимости, иммунитета и др.

В доказательство сказанного приводим некоторые новые факты, полученные при выполнении фрагмента научной программы «Солнце — климат — человек» — так называемого «Глобального эксперимента года активного Солнца» (Глобэкс-80). Теоретической основой этого эксперимента является признание роли геомагнитного поля в жизнедеятельности биологических систем с явлениями глобальности и синхронности гелиобиологических реакций, поскольку ГМП носит планетарный характер (генез), включая различные типы вариаций. Разработанная Сибирским отделением АМН СССР программа Глобэкс-80 реализуется с начала нынешнего 11-летнего солнечного цикла (1980 г.) в различных регионах Земли по унифицированным методам наблюдения людей и биологических моделей.

Нами получены факты влияния гелиогеофизических изменений на жизнедеятельность клеток культуры ткани и ДМВ при проведении экспериментов в различных географических зонах СССР, в том числе при синхронных наблюдениях в Новосибирске и Норильске. Исследования во время полярного дня (май — июнь) показали, что проявление ДМВ наблюдается в равной мере как в Норильске, так и в Новосибирске. Во время же полярной ночи (декабрь — февраль) эффект в Новосибирске наблюдается в 60—80% опытов, а в Норильске отсутствует до конца февраля. В этот период на широте Норильска появляется над горизонтом Солнце, т. е. начинается полярный день, и эффект межклеточных взаимодействий в Норильске становится таким же, как в Новосибирске (табл. 14).

Проявление ДМВ выражается в повторении морфологических признаков цитопатического процесса (вызванного в одной из культур с помощью экстремального агента) в другой, интактной куль-

туре ткани, имеющей оптический контакт через тонкие слюдяные или кварцевые пластины.

Гелиогеофизические параметры влияют на проявление ДМВ. Ниже даем ретроспективный анализ данных за 1955—1976 гг. (%):

Ap понижен	50÷87
Ap повышен	0÷30
Секторный знак ММП	
+	0÷30
—	60÷87
Повышенная активность Солнца	0÷30

Ретроспективный анализ результатов исследований в 1966 г. позволил выявить, что для экспериментов, в которых эффект ДМВ отсутствовал, индекс *Ap* повышен и, наоборот, понижен для всех тех случаев, когда результат экспериментов положителен. В дни «удачных» экспериментов преобладают секторы отрицательной полярности межпланетного магнитного поля и секторы положительной полярности — для «отрицательных» опытов. Большие значения индекса вспышечной активности Солнца имеют тенденцию сопутствовать «отрицательным» опытам. Следовательно, существует определенная корреляция биологических процессов на клеточном уровне с параметрами геомагнитной обстановки, временем и местом проведения эксперимента. Мы расцениваем это как доказательство роли экзогенных полей в жизнедеятельности клеточного монослоя и в проявлении феномена ДМВ.

Накопленные факты позволяют рассматривать метод клеточных культур и ДМВ как перспективный тест для биоиндикации различных внешних воздействий, особенно в тех случаях, когда природа действующих факторов сложна и многообразна или же недостаточно ясна. Достоверные методы биоиндикации приобретают большое значение в связи с развитием экологических исследований, требующих количественной оценки биологических реакций на уровне цельных биосистем, проявляющих свойства интегративности [Протасов и др., 1981].

Литературные данные о жизнедеятельности биосистем в электромагнитной среде представлены в табл. 15.

Еще один пример биотропного действия ГМП на организменном уровне. У больных

Таблица 14

Проявление ДМВ в синхронных экспериментах (Новосибирск — Норильск, 1976 — 1980 гг.), %

Время проведения	Новосибирск	Норильск
Ноябрь — декабрь 1976 г.	0	—
Май — июль 1977 г. (полярный день)	40—50	40—60
Конец декабря 1976 г.— февраль 1977 г. (полярная ночь)	60—80	0
Февраль — март 1980 г. (начало полярного дня)	27	37
	25	0
	57	57
	57	57
	87	87
	0	0

Факторы внешнего воздействия	Клетки культуры ткани	Полевые дистантные взаимодействия
Магнитостатические поля	Протасов и др., 1981	Предварительные данные
ЭМП низких и очень низких частот	Пресман, 1968	Казначеев, Михайлова, 1981
Электростатические поля	?	?
УФ-излучение	Пресман, 1968; Казначеев, Михайлова, 1968	Казначеев, Михайлова, 1981
ЭМП высоких, ультра- и сверхвысоких частот	?	?
Экранирование в камере Фарадея	Предположительно влияет	
Экранирование в пермаллоевой камере	По предварительным данным, влияет	
Солнечная активность	Чижевский, 1976; Гневышев, 1982	Казначеев, Михайлова, 1981
ГМП	Казначеев, Михайлова, 1981; Коган, 1981	Казначеев, Михайлова, 1981
ММП	Владимирский, Кисловский, 1982	Владимирский, Кисловский, 1982
Инфразвук	?	?
ЭМП биообъекта	Предварительные данные	

с острыми нарушениями мозгового кровообращения обнаружена выраженная корреляция между *К*-индексом и показателями реологических свойств крови (вязкость, агрегируемость эритроцитов и тромбоцитов). Следовательно, геомагнитные возмущения способны вызывать значительные изменения реологических свойств крови, которые, в свою очередь, могут способствовать развитию выраженных расстройств мозгового кровотока на уровне микроциркуляции. На Таймырском Севере установлена взаимосвязь гелиомагнитных возмущений с обострениями ишемической болезни сердца у пришлого населения [Деряпа и др., 1981].

систем с внешней средой

Животные и растения	Полевые дистантные взаимодействия	Человек	Полевые дистантные взаимодействия
Пресман, 1968; Холодов, 1978	Electromagnetic Bio-Information, 1979	Плеханов, 1965; Пресман, 1968	?
Плеханов, 1965; Персман, 1968	То же	Плеханов, 1965	Теоретически [Урсул, 1974]
Персман, 1968	»	Пресман, 1968	?
Владимирский, Кисловский, 1982	?	Владимирский, Кисловский, 1982	?
Пресман, 1968	?	Пресман, 1968	?
Владимирский, Кисловский, 1982	?	Влияет предположительно [Дубров, 1974]	Не влияет [Урсул, 1974]
Казначеев, Михайлова, 1981	?	Дубров, 1974	?
Чижевский, 1976; Гневышев, 1982	Electromagnetic Bio-Information, 1979	Пресман, 1968; Дубров, 1974	Предварительные данные
Коган, 1981; Плеханов, 1965	То же	Пресман, 1968; Дубров, 1974	По предварительным данным, влияет
?	?	Мансуров, 1976	?
Владимирский, Кисловский, 1982	?	Владимирский, Кисловский, 1982	?
Протасов и др., 1981	Предварительные данные	Коган, 1981; Джан, 1982	Предварительные данные

Нам представляется, что дальнейшая реализация программы «Солнце — климат — человек» с помощью синхронных и глобальных наблюдений позволит добиться существенного прогресса в познании гелиобиологических связей и их механизмов для разработки лечебно-профилактических мероприятий в отношении гелиометеочувствительных людей на основе медицинского прогнозирования солнечной активности ГМП, погоды и климата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе описаны новый феномен ДМВ, условия его проявления, строгая сезонность и связь с гелиогеофизическими факторами. В результате оригинальных синхронных экспериментов обнаружена широтная зависимость жизнедеятельности клеточного монослоя и эффекта ДМВ. Метод клеточных культур можно использовать как тест для биоиндикации различных внешних воздействий и для оценки влияния на биосферу неординарных и редких космических процессов.

Во всех приведенных работах выяснялись информационные взаимоотношения в биосистемах и экологическая значимость регуляторных влияний естественных ЭМП. В лабораторных условиях изучены поведение биосистемы в гипомагнитных условиях (где действие магнитных полей на живой организм в пределах экранирования исключается), жизнедеятельность клеточной культуры, ритмика ее деления, развитие куриного эмбриона. Приведенные факты достаточно очевидны.

Остановимся на перспективах развития рассмотренной темы. Космизация научно-технического прогресса только начинает проявляться, она лишь недавно в силу естественного социально-исторического прогресса стала потребностью современного естествознания. Рождаются новые научные направления, например биогеофизика [Лаутербах, 1980].

Одним из важнейших факторов научной и технической революции будет новое понимание сущности жизни, ее возникновения и развития. Перед человечеством откроются чрезвычайные возможности овладения биологическим миром, освоения и преобразования Земли и космоса. (Вероятно, ближе всех в предсказаниях будущего науки и возможностей человества в космогонических аспектах был К. Э. Циолковский.)

Выше указывалось, что в организации живого вещества по своей материальной природе сочетаются масса покоя и масса движения. Последняя есть организованный поток электромагнитных полей (при этом не исключается возможность еще мало известной сегодня их физической природы) или особым образом организованное взаимодействие электромагнитных, гравитационных и других сил природы. Наши экспериментальные данные о гибели клеток животных и человека в тканевых культурах, которые выращива-

лись в гипомагнитных камерах, а также литературные данные [Чижевский, 1963] ставят вопрос не только о природе самого живого вещества, но и о той обязательной для его жизнедеятельности внешней среде, том пространстве, в которых могло появиться живое вещество на Земле, осуществлялась его эволюция и организация биосферы.

Клеточные культуры в гипомагнитных камерах выращиваются в оптимальных для них трофических, газовых, температурных условиях, однако их жизнедеятельность угасает и клетки погибают. Вновь возникает вопрос о причинах такого природного явления. Сегодня без специальных исследований можно лишь предполагать, что естественная электромагнитная (или сочетанная с ним) организация среды является обязательным условием для жизнедеятельности клетки, клеточных культур. Очевидно также, что при этом клеточные культуры не испытывают трофического, газового или других дефицитов. Следовательно, естественная электромагнитная организация пространства им жизненно необходима как среда, в которой осуществляются информационно-регуляторные процессы на уровне их собственных (эндо- и экзогенных) сверхслабых электромагнитных организованных потоков. Для биологических объектов мы впервые сталкиваемся с объяснением такого рода. Как правило, передача информации, ее хранение в организованных явлениях живого вещества и человека характеризовались такой физической природой, которая как функция окружающей среды была обычной и не отличалась чем-либо особенным от других свойств их среды обитания. Хорошо известно, что внешняя среда в этом аспекте может быть анализирована как источник питательных веществ (пластических, энергетических и др.), кислорода, физических параметров (атмосферного давления, влажности, освещенности, температуры, электромагнитных полей и других изменений, физически лимитирующих возможности жизни).

В свете новых экспериментальных данных необходимо выделить еще одно фундаментальное свойство окружающего пространства, внешней и внутренней среды живого вещества и в земных условиях — информационное. Вероятно, что это одно из фундаментальных новых экологических свойств внешней среды, без которого невозможны ни появление, ни эволюция живого вещества.

Сказанное не относится к социальной сфере, информационной психосоматической организации человеческого общества — высшей формы эволюции земного живого вещества: здесь физическая природа носителей сигналов, их потоков приобретает информационную значимость на основе психической деятельности.

Известно, например, что передача многих информационных потоков конкретной физической природы (световых, звуковых, ароматических, электрических, волновых и др.) невозможна без тех или иных физических свойств среды (пространства), окружающей биологические и другие объекты. Однако эти свойства не являются столь жизнелимитирующими относительно физической и биотермодинамической организации самого живого вещества, т. е.

они по своей природе не относятся к жизненно сущностным свойствам самого живого вещества (биосистем) и биосферы в целом.

Итак, в целях дальнейшего углубления исследований природы живого вещества целесообразно выделить фундаментальное свойство его внешней и внутренней среды — информационное. Введение этого понятия относительно абстрактно. Оно необходимо для дальнейших экспериментов, методических приемов и, наконец, новых путей управления биологическими системами в норме и патологии. В наших работах о слабых экологических связях мы уже касались этой актуальной темы [Казначеев, Михайлова, 1981].

Такое новое понятие, вероятно, перспективно и для познания феномена человека, его психической деятельности, его малоисследованных свойств и резервов организма. Напомним лишь работы известного физика Бома [Bohm, 1971] и биолога Прибрама [Pribram, 1976]. По их мнению, биологические системы, живое вещество планеты и окружающее пространство могут быть представлены как единая физически организованная система, чем-то подобная единой гигантской околоземной «голограмме». В этой «голографической» системе биологические организации, включая человека, его психические функции, не являются изолированными, так или иначе они включаются в предполагаемую единую пространственно-временную физическую организацию «памяти». В этом информационном пространстве возможны новые пути коммуникаций в живом веществе, между его отдельностями. Особое место здесь может принадлежать высшей форме живого вещества — человеку с его нервно-психической, социальной деятельностью, памятью.

В качестве рабочей гипотезы можно высказать следующее. Образное и особенно вербальное мышление как продукт социально-трудовой активности и объединенного опыта, обращенное на организацию и реализацию коллективной и индивидуальной деятельности, поведение, включает в себя соответствующую организацию пространства — организацию информационной среды. Внешнее (окружающее организм человека) информационное пространство организуется в общении людей друг с другом и природой, их объединенной деятельностью. В изучении такой, возможной, физической организации предстоит много сделать. В литературе содержатся лишь отдельные достоверные факты элементов информационной организации окружающей среды.

Существенное значение, вероятно, имеет подобная же организация и внутренней среды, т. е. самого организма человека. Как и внешняя среда, организм человека включает в себя сложную полевую организацию. Эта организация подвижна, устойчиво неравновесна, ее структура не входит в активную сферу сознания индивида. Возможно, что элементы такой организации могут включаться в образное мышление о состоянии собственного здоровья, его резервов, структуре и функциях внутренних систем регуляции и обмена внутренних органов. При соответствующей тренировке (возможно, у отдельных личностей) это представление может су-

щественно усиливаться, оформляться в ощутимые, осознанные представления о состоянии собственного тела. Если эти ощущения, представления достаточно очерчены, то они могут составить (включиться) в вербально (словесно) оформленные образы. Далее, если усиленная, сосредоточенная аутотренировка в словесных формах, самоутверждение желаемых, необходимых представлений о функции и структуре внутренних органов и систем проводятся систематически, то через словесные образы — энграммы возможно постепенное изменение информационно-полевой организации организма (его тканевых структур) в желаемую, нужную сторону. Если это действительно возможно, то изменение информационно-полевой организации повлечет за собой биохимические, структурно-молекулярные, клеточно-морфологические изменения, перестройку внутренних структур. Таким образом, возможно, и реализуются описанные в литературе отдельные феноменальные самовнушения, самоуправления, самоизлечения. Эти же механизмы могут лежать в основе так называемого волевого управления состоянием здоровья, его резервов, их восстановления одним человеком (индуктором) у другого (реципиента).

Исследования предполагаемых механизмов в организации электромагнитных и других полевых потоков открывают новые возможности инструментальных, физических воздействий в информационную среду как окружающего пространства, так и внутри организма человека. Специфичность, избирательность, направленность, тонкость таких дистантных и непосредственных воздействий неограниченны. Сегодня хорошо известны пути управления химическими реакциями методом световых специфических потоков (лазерная химия). По своей сути мы в какой-то степени приближаемся к раскрытию, во-первых, материальной сущности (организации) идеальных явлений человеческой психики, вероятности их прогнозирования и управления, во-вторых, направленного регулирования психосоматических зависимостей и к конструированию биохимических, генетических морфоструктурных, тканевых, висцеральных систем человеческого тела.

В свете изложенного открываются новые возможности научного, материалистического изучения так называемой психической «энергии», ее взаимодействия с психическим и соматическим состоянием собственного или другого организма (организмов) человека. Таковы сегодня необходимые представления о фундаментальных экологических условиях жизнедеятельности биосистем — информационной среде — как специфических особенностях живого вещества, его организации в земных условиях. Задача нашей книги состояла в том, чтобы изложить новые факты о взаимодействии клеточных культур с электромагнитной внутренней и внешней средой, и еще более в том, чтобы поставить новые вопросы о фундаментальных свойствах живого вещества, путях его изучения, прогнозирования и управления им.

ЛИТЕРАТУРА

Акасофу С. И., Чемпен С. Солнечно-земная физика.— М.: Мир, ч. 1, 1974.— 200 с.; ч. 2, 1975.— 312 с.

Александров В. Я. Клетки, макромолекулы и температура.— Л.: Наука, 1975.

Алексеев Н. Г. Энергоэнтропика.— М.: Знание, 1983.— 180 с.

Алов И. А., Брауде А. И., Аспиз И. Е. Основы функциональной морфологии клеток.— М.: Наука, 1969.— 343 с.

Алферов О. А., Кузнецов Т. В. Влияние ослабленного геомагнитного тока на устойчивость кишечной палочки к ультрафиолетовым лучам.— Космическая биол. и авиакосмическая мед., 1981, № 4, с. 57.

Анохин П. К. Внутреннее торможение как проблема физиологии.— М.: Медгиз, 1958.— 112 с.

Аристархов В. А., Пирузян Л. А. О возможном молекулярном механизме биологического действия МП.— В кн.: Физико-математические и биологические проблемы действия электромагнитных полей и ионизации воздуха. Т. 1. М.: Наука, 1975, с. 179.

Аспиз М. Е. Формирование митотического аппарата и патологии митоза нормальных и опухолевых клеток. Автореф. докт. дис.— М., 1974.— 44 с.

Афонина В. М., Чернышев В. Б., Яровенко С. А. Влияние экранирования от ЭМП на продолжительность жизни мух-дрозофил.— В кн.: Влияние естественных и слабых искусственных магнитных полей на биологические объекты. Белгород, 1973, с. 83—85.

Ачкасова Ю. Н., Владимирский Б. М. Реакция микроорганизмов на воздействие магнитного поля с частотой в диапазоне КПК типа Рс 2.— В кн.: Влияние естественных и слабых искусственных магнитных полей на биологические объекты. Белгород, 1973, с. 12—16.

Ачкасова Ю. Н., Брызгунова Н. И., Клименко Л. И., Новгородцев Н. П. Биологическое действие неионизирующей радиации и проблема влияния солнечной активности на организмы.— Пробл. космической биол., 1982, т. 43, с. 109—116.

Бакунец Г. О., Мхеян Э. Е., Тунян Ю. С., Акопов С. Э. Влияние геомагнитных возмущений на некоторые показатели реологических свойств крови. — В кн.: Материалы первого съезда невропатологов и нейрохирургов Армении. Ереван: Айастан, 1980, с. 172—174.

Баренбойм Г. М., Даманский А. Н., Туроверов К. К. Люминесценция биополимеров и клеток.— М.: Наука, 1966.— 233 с.

Бауэр Э. С. Теоретическая биология.— М.: Мир, 1935.— 206 с.

Берг Л. С. Номогенез или эволюция на основе закономерностей.— В кн.: Труды по теории эволюции. Л.: Наука, 1977, с. 95—311.

Бернет Ф. Цельность организма и иммунитет.— М., 1964.

Бернет Ф. Клеточная иммунология.— М.: Мир, 1971.— 275 с.

Бернет Ф. Биологические ритмы.— В кн.: Проблемы космической биологии. Т. 41. М.: Наука, 1980, с. 206—221.

Берталанфи Л. Общая теория систем. Обзор проблем и результатов.— В кн.: Системные исследования. М.: Мир, 1969, с. 30—54.

Божкова В. П., Бойцова Л. Ю., Ковалев С. А. и др. Высокая проницаемость клеточных мембран — возможный механизм межклеточного взаимодействия.— В кн.: Межклеточные взаимодействия в дифференцировке и росте. М.: Наука, 1970, с. 183—194.
Браун Г. Р., Ильинский О. Б., Волкова Н. К. Изучение некоторых свойств электрорецепторных структур боковой линии черноморских скатов.— Физиол. журн. СССР, 1972, № 10, с. 1499—1506.
Браун Ф. Проблема биологических часов.— В кн.: Биологические часы. М.: Мир, 1964, с. 11—23.
Бушуев А. Б., Кузьменко В. А. Суточная динамика показателей внешнего дыхания при разной степени возмущенности ГМП.— В кн.: Тезисы докладов II съезда физиологов Молдавской ССР. Кишинев, 1980, с. 89.
Вавилов С. И. Глаз и солнце.— М.: Наука, 1981.— 125 с.
Василек В. П., Попов А. А. Системное исследование здоровья популяции с учетом воздействия ближнего космоса.— В кн.: Космическое исследование антропоэкологической ситуации Сибири и Дальнего Востока. Л.: Наука, 1982, с. 76—81.
Васильев Л. Л. Таинственные явления человеческой психики.— Л.: Наука, 1962.— 140 с.
Васильев Ю. М., Маленков А. Г. Клеточная поверхность и реакция клеток.— Л.: Наука, 1982.— 293 с.
Введенский В. Л., Ожогин В. И. Сверхчувствительная магнитометрия и биомагнетизм.— М., 1982.— 108 с.
Вейс П. Взаимоотношения между клетками.— В кн.: Современные проблемы биофизики. Т. 2. М.: ИЛ, 1961, с. 176—184.
Вернадский В. И. Биосфера.— Л.: Химико-техническое изд-во, 1926.— 346 с.
Вернадский В. И. О правизне — левизне.— Пробл. биогеохимии, 1940, т. 6, с. 293—307.
Вернадский В. И. Избранные сочинения.— М.: Изд-во АН СССР, 1954.— 696 с.
Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Т. 1. Пространство и время в неживой природе.— М.: Наука, 1975.— 173 с.
Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Т. 2. Научная мысль как планетное явление.— М.: Наука, 1977.— 191 с.
Вернадский В. И. Химическое строение биосферы и ее окружение.— М.: Наука, 1978а.— 340 с.
Вернадский В. И. Живое вещество.— М.: Наука, 1978б.— 240 с.
Винер Н. Кибернетика.— М.: Сов. радио, 1968.— 326 с.
Владимиров Ю. А., Рощупкин Д. И. Действие УФ-излучения на мембранные структуры клеток.— В кн.: Биологическое действие ультрафиолетового излучения. М.: Наука, 1975, с. 311—319.
Владимирский Б. М. Атмосферный инфразвук как возможный фактор, передающий влияние солнечной активности на биосферу.— Пробл. космической биол., 1982, т. 43, с. 174—179.
Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д. Солнечная активность и биосфера.— М.: Знание, 1982.— 233 с.
Вязов О. Е. Иммунология эмбриогенеза. Автореф. докт. дис.— М., 1961.
Галантюк С. И. Гистохимические исследования печени и селезенки белых крыс, подвергнутых воздействию ПМП.— В кн.: Общие закономерности морфогенеза и регенерации. Тернополь, 1975, с. 54—62.
Гелиогеохимические циклы в биосфере.— М.: Наука, 1976.— 230 с.
Глазовина А., Добровольская Г. Геохимические функции микроорганизмов.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.— 210 с.
Гневышев М. Н. О методике некоторых гелиобиологических исследований.— Пробл. космической биол., 1982, т. 43, с. 216—220.
Гурвич А. А. Проблема митогенетического излучения как проблема молекулярной биологии.— М.: Наука, 1968.— 240 с.
Гурвич А. А., Еремеев В. Ф., Карабчиевский Ю. А. Энергетические основы митогенетического излучения и регистрация его на фотоэлектронных умножителях.— М.: Наука, 1974.— 95 с.

Гурвич А. Г. Теория биологического поля.— М., 1944.— 155 с.
Гурвич А.Г. Понятие «целого» в свете теории биологического поля.— В кн.: Работы по митогенезу и теории биологического поля. М., 1947, с. 141—147.
Гурвич А. Г, Гурвич Л. Д. Митогенетическое излучение, физико-химические основы и приложение к биологии и медицине.— М., 1945.— 283 с.
Дайсон Ф. Будущее роли и будущее судьбы.— Природа, 1982, № 8, с. 60—70.
√ **Данилов В. И., Федоренко Б. С., Говорун Г. Д. и др.** Влияние медленно меняющегося во времени магнитного поля на организм животных.— В кн.: Магнитное поле и медицина. Фрунзе, 1971, с. 84—89.
Деряпа Н. Р., Трофимов А. В., Разин В. Е. Теоретические и прикладные аспекты изучения магнитореактивности системы кровообращения здоровых людей.— В кн.: Актуальные вопросы физиологии системы кровообращения. Ленинград — Оренбург, 1982а, с. 123—127.
Деряпа Н. Р., Трофимов А. В., Павленко С. С. Способ магнитофорной коррекции артериальной гипертонии через точки акупунктуры.— Бюл. Сиб. отд-ния АМН СССР, 1982б, № 1, с. 63—66.
Деряпа Н. Р., Хаснулин В. И., Горелый И. К. и др. Гелиомагнитные возмущения и ишемическая болезнь сердца в Норильском ТПК.— В кн.: Физиологические и клинические аспекты адаптации систем кровообращения и адаптации систем дыхания на Крайнем Севере. Новосибирск: Наука, 1981, с. 5—7.
√ **Джан Р. Г.** Нестареющий парадокс психофизических явлений: инженерный подход.— ТИИЭР, 1982, т. 70, № 3, с. 63—105.
Дрейзин Р. С. Аденовирусы.— В кн.: Руководство по микробиологии, клинике и эпидемиологии инфекционных болезней. М.: Медгиз, 1966, с. 80—93.
Дубров А. П. Влияние гелиогеофизических факторов на проницаемость мембран и суточную ритмичность выделения органических веществ корнями растений.— Докл. АН СССР, 1969а, т. 187, с. 1429.
Дубров А. П. Влияние природных электрических и магнитных полей на проницаемость биологических мембран.— В кн.: Материалы II Всесоюзного симпозиума по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. М.: Наука, 1969б, с. 79—81.
Дубров А. П. Геофизические факторы и динамика выделения органических веществ корнями растений.— Пробл. космической биол., 1973, т. 18, с. 67—96.
Дубров А. П. Геомагнитное поле и жизнь.— Л.: 1974.— 175 с.
Дубров А. П. Симметрия функциональных процессов.— М.: Знание 1980.— 64 с.
Епифанова О. И. Предисловие.— В кн.: Клеточный цикл. М.: Наука, 1973, с. 5—8.
Епифанова О. И., Смоленская И. Н., Севастьянова М. В. и др. Исследование закономерностей синтеза РНК и белка в митотическом цикле с помощью специфических ингибиторов. Протекание митозов и вступление клеток в период следующего митотического цикла. — Цитология, 1967, № 11, с. 1332—1339.
Жданов Е. М., Букринская А. Г., Раменская Г. П. Локализация внутриклеточного синтеза РНК вируса Сендай.— Вопр. вирусол., 1963, № 5, с. 564—566.
Журавлев А. И. Сверхслабое свечение сыворотки крови и его значение в комплексной диагностике.— М.: Медицина, 1975.— 128 с.
Журавлев А. И., Филиппов Ю. Н., Симонов В. В. Хемолюминесценция и антиокислительные свойства липидов человека.— В кн.: Биолюминесценция. М.: Наука, 1965, с. 75—90.
Забродина Д. В. Действие магнитного поля очень низкой напряженности на свертывающую систему крови.— В кн.: Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. Вып. 17. М.: Наука, 1971, с. 68—71.
Залкинд С. В. Жизнь клеток вне организма.— М.: Сов. наука, 1953.— 158 с.

Иберт Дж. Взаимодействующие системы в развитии.— М.: Мир, 1968.— 194 с.
Иваницкий Г. Р. Биологические микроустройства.— Вестн. АН СССР, 1984, № 3, с. 118.
Инюшин В. М. Концепция биологической плазмы и некоторые вопросы фотобиоэнергетики.— В кн.: Вопросы биоэнергетики. Алма-Ата, 1968, с. 39—43.
Иориш Ю. И., Туробов Б. В. Лозоискательство без мистики.— Природа, 1984, № 11, с. 86—96.
Казначеев В. П. О межклеточных дистантных взаимодействиях в системе двух тканевых культур, связанных с оптическим контактом.— В кн.: Управляемый биосинтез и биофизика популяций. Красноярск, 1969, с. 73—78.
Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации.— Новосибирск: Наука, 1980.— 191 с.
Казначеев В. П. Очерки теории и практики экологии человека.— М.: Наука, 1983а.— 260 с.
Казначеев В. П. Космологические аспекты в биологии: живое вещество, внешняя и внутренняя среда.— Бюл. Сиб. отд-ния АМН СССР, 1983б, № 2, с. 62—71.
Казначеев В. П. Космическая антропоэкология.— В кн.: Будущее науки. М.: Наука, 1984, с. 253—267.
Казначеев В. П., Куликов В. Ю. Синдром полярного напряжения и некоторые вопросы экологии человека в высоких широтах.— Вестн. АН СССР, 1980, № 1, с. 74—82.
Казначеев В. П., Михайлова Л. П. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях.— Новосибирск: Наука, 1981.— 144 с.
Казначеев В. П., Субботин М. Я. Этюды к общей теории патологии.— Новосибирск: Наука, 1971.— 229 с.
Казначеев В. П., Яншин А. Л. Преобразование природы и проблемы экологии человека.— Вестн. АН СССР, 1980, № 9, с. 67—71.
Казначеев В. П., Каменская В. В., Куликова Л. А. и др. Сверхслабые свечения при некоторых реципитирующих реакциях.— В кн.: Вопросы биофизики. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1967, с. 38—42.
Казначеев В. П., Кузнецов П. Г., Субботин М. Я. Перспективы изучения биологической информации в системе соединительной ткани и ее взаимоотношения с другими тканевыми системами.— В кн.: Маханизмы склеротических процессов и рубцевания. Новосибирск: Наука, 1964, с. 49—63.
Казначеев В. П., Кузнецов П. Г., Шурин С. П. и др. Некоторые вопросы квантовой биологии и проблемы передачи информации в биологических системах.— Автометрия, 1965, № 2, с. 3—10.
Казначеев В. П., Соломатин А. П., Васильченко Е. Ф. Геомагнитные возмущения Земли и мозговые инсульты в г. Новосибирске.— В кн.: Некоторые вопросы медицинской географии Сибири. Новосибирск: Наука, 1975, с. 14—17.
Казначеев С. В., Молчанова Л. П., Лазаренко П. У., Мелихова О. А. Влияние видимого света на биохимические и физиологические параметры животного.— Биол. науки, 1983, № 11, с. 18—23.
Кайбышев М. С. Возмущенность геомагнитного поля и сердечный ритм.— Солнечные данные, 1968, № 11, с. 96—98.
Календо Г. С. О возможности адаптационного синдрома — стресса на клеточном уровне и его роли в реакции клетки на облучение.— Успехи сов. биол. 1972, т. 73, вып. 1, с. 59—80.
Камшилов М. М. Эволюция биосферы. 2-е изд. — М.: Наука, 1979.— 256 с.
Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика.— М.: Наука, 1981.— 494 с.
Кардашев Н. С. О стратегии поиска внеземных цивилизаций.— Вопр. философии, 1977, № 12, с. 43—54.
Кедров Б. М. Учение о веществе в свете «новейшей революции» в естествознании.— Вопр. философии, 1984, № 4, с. 42—53.

Кисловский Л. Д. Реакция биологических систем на адекватные ей слабые низкочастотные магнитные поля.— Пробл. космической биол., 1982, т. 43, с. 148—166.
Китлаев Б. Н. Биофизические методы прогнозирования и регулирования термостойкости растений.— Вісн. сільскогосподарской науки, 1980, 1980, № 5, с. 19—23.
Коган И. М. Прикладная теория информации.— М.: Радио и связь, 1981.— 216 с.
Козлекин В. В., Усольцев И. Ф. Основы инфракрасной техники.— М.: Наука, 1967.— 193 с.
Колодченко В. П., Тихомирова Л. Д., Подшибякин А. К. и др. Элементы влияния геомагнитных возмущений на человека и животных.— Материалы II Всесоюзного симпозиума по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. М.: Наука, 1969, с. 124—127.
Конев С. В. К вопросу о природе и биологическом значении сверхслабых свечений клетки.— В кн.: Биолюминесценция. М.: Наука, 1965, с. 181—183.
Конев С. В., Аксенцев С. А., Черницкий Е. А. Кооперативные переходы белков в клетке.— Минск: Наука и техника, 1970.— 202 с.
Конев С. В., Мамуль В. М. Межклеточные контакты.— Минск: Наука и техника, 1977.— 290 с.
Копанев В. И., Ефименко Г. Д., Шапула А. В. О биологическом действии на организм гипомагнитной среды.— Изв. АН СССР. Сер. биол., 1979, № 3, с. 342—346.
Копылов В. А., Король Б. А. О механизме опосредованного действия УФ-излучения на генетические структуры животных.— В кн.: Ультрафиолетовое излучение и его применение в биологии. Пущино: изд. Ин-та биологической физики АН СССР, 1973, с. 53—54.
Корн Г., Корн Т. Сильные взаимодействия.— В кн.: Справочник по математике. М.: Наука, 1978, с. 626.
Косицкий Г. И., Ревич Г. Г. Креоторная связь и ее роль в организации многоклеточных систем.— М.: Наука, 1975.— 124 с.
Костин С. И. Влияние четных и нечетных 11-летних циклов на прирост дуба.— Солнечные данные, 1971, № 8, с. 13—36.
Крылов А. В., Тараканова Г. А. Явление магнитотропизма у растений и его природа.— Физиол. растений, 1960, № 7, с. 19—21.
Кузьменко В. А., Гуменюк В. А., Раевская О. С., Сверкина И. М. Соотношение между ритмами сердцебиения и дыхания в зависимости от состояний ГМП.— Физиол. человека, 1982, т. 8, № 2, с. 199—202.
Кулин Е. Т. Ультрафиолетовые кванты в механизме метаболических реакций.— В кн.: Материалы научной сессии Института физиологии АН БССР, посвященной 40-летию Белорусской ССР. Минск: Наука и техника, 1959, с. 128—130.
Кулин Е. Т. Влияние лучевого взаимодействия клеток на внутриклеточные гликолитические процессы.— В кн.: Биолюминесценция. М.: Наука, 1965, с. 91—112.
Кулин Е. Т. Зависимость авторегуляции функций одноклеточных организмов (парамеций) от концентрации клеток и частоты электромагнитного поля.— В кн.: Физико-химические основы авторегуляции в клетках. М.: Наука, 1968, с. 106—112.
Лакин Г. Ф. Биометрия.— М.: Высшая школа, 1973.— 293 с.
Лапо А. В. Следы былых биосфер.— М.: Знание, 1979.— 175 с.
Лаутер Э. А. Атмосфера и ее роль в защите жизни на Земле.— В кн.: Наука стран социализма. М.: Знание, 1980, с. 186—198.
Лаутербах Р. Биогеофизика — новая наука.— В кн.: Наука стран социализма. М.: Знание, 1980, с. 288—294.
Ломоносов М. В. Избр. труды.— М.: Наука, 1980.— 320 с.
Лопашев Г. В., Хоперская О. А. Биология развития и проблема восстановления органов.— М.: Наука, 1979.— 64 с.
Мадоли Д. Ф., Бриггс У. Р. Световоды у растений.— В мире науки, 1984, № 10, с. 66—72.

Маковски Е. Природа и структура живой материи.— Бухарест, 1976.— 210 с.
Мамедов Т. Г., Попов Г. А., Конев С. В. К механизму сверхслабых свечений клеток.— В кн.: Сверхслабые свечения в медицине и в сельском хозяйстве. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971, с. 72.
Мансуров С. М. Секторные границы ММП как репер в исследовании солнечно-земных связей.— В кн.: Электромагнитные поля и биосфера. М.: Наука, 1983, с. 240—245.
Мансуров С. М., Мансуров Г. С., Мансурова Л. Г. Каталог определений полярности секторов межпланетного магнитного поля.— В кн.: Антарктика. Т. 16. М.: Наука, 1976, с. 16—22.
Марченко И. С. Биополе лесных экосистем.— Брянск, 1978а.— 128 с.
Марченко И. С. Влияние растений через излучения.— Брянск, 1978б.— 45 с.
Меерсон Ф. З. Общий механизм адаптации и профилактики.— М.: Медицина, 1973.— 360 с.
Мекси Е. С. Биометеорология как наука.— Импакт, 1982, № 1-2, с. 99—113.
Менделеев Д. И. Основы химии.— Спб., 1889.— 540 с.
Мечников И. И. Этюды о природе человека.— М., 1925.— 238 с.
Мильхикер М. А. О космической природе биологически активных точек.— В кн.: Проблемы адаптации человека к длительному космическому полету в трудах К. Э. Циолковского. Калуга, 1977, с. 26—28.
Мирошниченко Л. И. Солнечная активность и Земля.— М.: Наука, 1981.— 244 с.
Мостовников Л. И., Хохлов И. В. Взаимодействие клеток человека с помощью электромагнитных волн оптического диапазона.— Минск, 1977.— 32 с.
Мякишев Л. С., Ожегов А. М., Аксенов В. В. Взаимосвязь ГМП с цитохимическим статусом клеток крови здоровых школьников.— В кн.: Актуальные вопросы магнитобиологии и магнитотерапии. Ижевск, 1981, с. 51—52.
Нахильницкая З. Н. Влияние постоянного магнитного поля на кровь.— Пробл. космической биол., 1978а, т. 37, с. 74—116.
Нахильницкая З. Н. Обмен веществ и проницаемость.— Пробл. космической биол., 1978б, с. 116—135.
Нахильницкая З. Н. Магнитное поле как экологический фактор.— Пробл. космической биол., 1978в, с. 10—30.
Нахильницкая З. Н., Мастрюнова В. Н., Андрианова Л. А., Бородкина А. Г. Реакция организма на воздействие нулевого магнитного поля.— Космическая биол. и авиакосмическая мед., 1978, № 2, с. 74—82.
Ницканский С. Г., Забудский Ю. И. Эмбриогенез птиц под влиянием ЭМП.— Вопр. эмбриол., 1974, т. 132, с. 3—15.
Новикова К. Ф., Рывкин Б. А. Солнечная активность и сердечно-сосудистые заболевания.— В кн.: Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли. М.: Наука, 1971, с. 164—169.
Опалинская Ю. Н. Влияние солнечной активности на реакцию агглютинации.— В кн.: Живые системы в электромагнитных полях. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1978, с. 10—18.
Опарин А. И. Материя, жизнь, интеллект.— М.: Мысль, 1977.— 208 с.
Опарин А. И., Фесенков В. Г. Жизнь во вселенной.— М.: Изд-во АН СССР, 1956.— 244 с.
Павлович С. А. Конъюгационная передача у эшерихий в условиях экспериментальной флуктуации магнитного поля.— В кн.: Материалы III Всесоюзного симпозиума по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. Калининград, 1975, с. 7—11.
Пильбим Д. Гомениды. Происхождение гоменидов и гоменид.— В мире науки, 1984, № 5, с. 38—48.
Плеханов Г. Ф. Некоторые материалы по восприятию информации живыми системами.— В кн.: Бионика. М.: Наука, 1965, с. 273—278.
Плохинский Н. А. Биометрия.— М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970.— 220 с.
Поддубный А. Г. Некоторые результаты дистанционных наблюдений за поведением мигрирующих рыб.— В кн.: Бионика. М.: Наука, 1965, с. 205—208.

Пресман А. С. Электромагнитное поле и живая природа.— М.: Наука, 1968.— 310 с.

Пресман А. С. Электромагнитные поля и процессы регулирования в биологии.— В кн.: Вопросы бионики. М.: Наука, 1976, с. 341—351.

Прибрам К. Языки мозга.— М.: Прогресс, 1976.— 380 с.

Протасов В. Р., Барон В. Д., Дружкин Л. А., Чистякова О. Ю. Нильский слоник — индикатор внешних воздействий.— Докл. АН СССР, 1981, т. 260, № 1, с. 248—251.

Путхофф Г. Э., Тарг Р. Перцептивный канал передачи информации на дальние расстояния. История вопроса и последние исследования.— ТИИЭР, 1976, т. 64, № 3, с. 34—65.

Раневская А. С., Рыжков Г. В. Влияние внезапных изменений ГМП на некоторые физиологические показатели здорового организма.— Физиол. человека, 1983, т. 9, с. 675—677.

Риклефс Р. Основы общей экологии.— М.: Мир, 1979.— 424 с.

Рождественская Е. Д. Влияние геомагнитных возмущений на вегетативную нервную систему здоровых людей и больных атеросклерозом.— В кн.: Тезисы 4-й межобластной конференции терапевтов Урала и Приуралья. Свердловск, 1972, с. 214—216.

Рощупкин Д. И. Первичные стадии действия ультрафиолетового излучения на белки и биологические мембраны.— В кн.: Доклады симпозиума 6-го Международного конгресса по биофизике. Т. 3. Пущино, 1973, с. 91—110.

Рыжков Г. В., Кузьменко В. А., Булуев А. В. Влияние возмущений ГМП на суточную ритмику физиологических функций.— Физиол. человека, 1982, т. 8, № 2, с. 192—198.

Самойлова К. А. Клеточные и молекулярные механизмы биологических эффектов УФ-излучения.— В кн.: Биологическое действие ультрафиолетового излучения. М.: Наука, 1975, с. 242—269.

Самойлова К. А. Особенности действия на клетку животных УФ-излучений разной длины волны.— В кн.: Фотобиология живой клетки.— Л.: Наука, 1979.— 273 с.

Сент-Дьерди А. Биоэлектроника.— М.: Физматгиз, 1971.— 45 с.

Слувко А. А. Изменчивость коринобактерий дифтерии, длительно пассированных в пермалоевой камере.— В кн.: Материалы III Всесоюзного симпозиума по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. Калининград, 1975, с. 61—65.

Соболев В. А., Гулиева Г. И. Геомагнитные возмущения и электролитный обмен у здоровых лиц.— В кн.: Актуальные вопросы магнитобиологии и магнитотерапии. Ижевск, 1981, с. 66—67.

Соколовский В. В. Ускорение окисления тиоловых соединений при возрастании солнечной активности.— Пробл. космической биол., 1982а, т. 43, с. 194—197.

Соколовский В. В. О биохимическом механизме реакции живых организмов на изменения солнечной активности.— Пробл. космической биол., 1982б, т. 43, с. 180—194.

Сосунов А. В., Головецкий А. С., Маник Ю. С. О солнечно-земных отношениях в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний человека.— В кн.: Климат и сердечно-сосудистая патология. М.: Наука, 1966, с. 10—11.

Старостин А. М. Некоторые методологические проблемы астросоциологии.— В кн.: Труды 130-х чтений К. Э. Циолковского. Секция «К. Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». М.: Знание, 1980, с. 23—30.

Стефанов С. Б. Морфометрическая сетка случайного шага как средство для ускорения измерения элементов морфогенеза.— Цитология, 1974а, т. 16, № 6, с. 785—787.

Стефанов С. Б. Морфокинетический синтез отношений пространственных функциональных данных.— Биофизика, 1974б, т. 19, вып. 5, с. 884—888.

Стрижижевский А. Д. Некоторые закономерности физиологической регенерации тканей млекопитающих в условиях воздействия сильных магнитных полей.— Пробл. космической биол., 1978, т. 37, с. 31—50.
Тарусов Б. Н. Информационное значение сверхслабой биохемилюминесценции.— В кн.: Тезисы докладов симпозиума «Сверхслабые свечения в биологии». М.: Наука, 1969.— 214 с.
Тарусов Б. Н., Доскач Л. Е. Энергоинформационный аспект проблемы адаптации и устойчивости биологических систем.— Там же, 1969а, с. 24.
Тарусов Б. Н., Доскач Л. Е. Хемилюминесценция растений при внешних возбуждающих воздействиях.— Там же, 1969б, с. 26.
Терци М. Генетика и животная клетка.— М.: Наука, 1977.— 412 с.
Тимофеев-Ресовский И. В. О действии малых доз ионизирующих излучений на рост растений.— Труды Уральск. отд. МОИП, 1960, № 2, с. 9—17.
Травкин В. В. Влияние МП на природные популяции.— В кн.: Реакция биологических систем на магнитные поля. М.: Наука, 1978, с. 127—130.
Трипузов А. Н., Мамыкин В. Н. Действие постоянного магнитного поля на лизогенный штамм кишечной палочки к-12.— В кн.: Материалы II Всесоюзного совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. М.: Наука, 1969, с. 228—232.
Трофимов А. В. Новые данные по изучению магнитореактивности живых систем в эксперименте и клинике.— В кн.: Электромагнитные поля и биологические системы. Томск: изд. Томск. политехн. ин-та, 1984, с. 159—169.
Туманишвили Г. Д. Перспективы исследования роли межклеточных взаимодействий в дифференцировке и росте.— В кн.: Межклеточные взаимодействия в дифференцировке и росте. М.: Наука, 1970, с. 7—17.
Турсунов А. Основания космологии.— М.: Мысль, 1979.— 238 с.
Уодингтон К. Морфогенез и генетика.— М.: Знание, 1954.— 127 с.
Уотермен Т. Теория систем и биология. Точка зрения биолога.— В кн.: Теория систем и биология. М.: Мир, 1971, с. 7—58.
Урсул А. Д. Человечество. Земля. Вселенная. Философские проблемы космонавтики.— М.: Мысль, 1974.— 264 с.
Фадеев Е. Т. К.Э. Циолковский как предтеча астросоциологии.— В кн.: Труды пятых и шестых чтений К. Э. Циолковского. Секция «Исследование научного творчества К. Э. Циолковского». М.: Знание, 1972, с. 12—25.
Философский энциклопедический словарь.— М.: Советская энциклопедия, 1982.— 580 с.
Ханаев Л. И., Бородайкевич Д. Г. Вопросы методологии.— Науч. докл. высшей школы (биол. науки), 1973, № 5, с. 54—58.
Хелми Г. Ф. Основы физики атмосферы.— М.: Наука, 1966.— 300 с.
Холодов Ю. А. Шестой незримый океан.— М.: Знание, 1978а.— 112 с.
Холодов Ю. А. Реакции организма животных и человека на магнитные поля.— В кн.: Реакция биологических систем на МП. М.: Наука, 1978б, с. 13—18.
Храмов А. Н., Гончаров Г. И., Комиссарова Р. А. Палеомагнитология.— М.: Недра, 1982.— 312 с.
Червинец В. М. Изменчивость эшерихий в условиях экспериментального моделирования флуктуаций геомагнитных полей на биологические объекты. Харьков: Изд-во Харьковск. ун-та, 1973, с. 40—43.
Чернух А. М., Виноградова Л. М., Гехт Б. М., Новикова К. Ф. Влияние геомагнитной возмущенности на биоритмы человека.— Пробл. космической биол., 1982, т. 43, с. 40—43.
Чернышев М. К. Современные вычислительные методы обнаружения и анализа скрытых колебательных процессов в живых системах.— В кн.: Физико-математические и биологические проблемы действия электромагнитных полей и ионизации воздуха. М.: Наука, 1975, с. 310—312.
Чечик Н. С., Файнштейн С. М., Лифшиц Г. С. Электронные умножители.— М.: Энергия, 1957.— 315 с.
Чижевский А. Л. Солнце и мы.— М.: Знание, 1963.— 48 с.
Чижевский А. Л., Шишина Ю. Т. В ритме солнца.— М.: Наука, 1969.— 112 с.
Чуваев П. П. Влияние сверхслабого постоянного магнитного поля на ткани

корней и проростков и на некоторые микроорганизмы.— В кн.: Материалы II Всесоюзного симпозиума по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. М.: Наука, 1969, с. 252—256.

Шемьи-Заде А. З. Биотропность геомагнитных возмущений как следствие вызываемого ими повышения удельной радиоактивности воздуха.— Биофизика, 1978, т. 23, вып. 6, с. 955—958.

Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике.— М.: Наука, 1963.— 829 с.

Шепунов Ф. Я. Организованность биосферы.— М.: Наука, 1980.— 270 с.

Шихлярова А. И. Повышение неспецифической противоопухолевой резистентности с помощью адаптационных реакций активации и тренировки, индуцированных агентами различной интенсивности. Автореф. канд. дис.— Киев, 1980.— 27 с.

Шишкина О. В., Павлова Г. А., Быкова В. С. Геохимия галогенов в морских океанических осадках и иловых водах.— М.: Наука, 1969.— 118 с.

Шкловский И. И. Вселенная, жизнь, разум.— М.: Наука, 1982.— 352 с.

Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции.— М.: Наука, 1968.— 175 с.

Шноль С. Э. Конформационные колебания макромолекул.— В кн.: Колебательные процессы в биохимических и химических системах. М.: Наука, 1967, с. 22—41.

Шуст И. В., Костиник И. М. Влияние сильного и постоянного МП и гипомагнитной окружающей среды на гистохимические показатели печени белых крыс.— Космическая биол. и авиакосмическая мед., 1975, т. 9, № 6, с. 19—28.

Эшби Р. Конструкция мозга.— М.: Мир, 1964.— 411 с.

Ягодинский В. Н. Космический пульс биосферы.— М.: Знание, 1975.— 144 с.

Языков А. А., Вязов О. Е. Дистантные и контактные взаимодействия агрегирующих и клеточных комплексов в период восстановления целого организма губки из диссоциированных клеток.— В кн.: Межклеточные взаимодействия в дифференцировке и росте. М.: Наука, 1970, с. 194—202.

Ямбастиев М. И., Попов С. В., Георгиева Д. Г. Корреляция между ультравиолетовите спектри на някои органични съединения и тяхното биологично съобщения.— В кн.: Сборник от доклади и научни съобщения, изнесени пред научната сесия, посветена на 60 годовщината Великата Октомврийска социалистическа революция на тема: «Октомбри и съвременате наука». Т. 2. Шумен, 1977, с. 85—90.

Яновский Б. М. Земной магнетизм.— Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1978.— 591 с.

Barnothy M., Barnothy J. Biological effects of magnetic fields.— In: Medical Physics. V. 3. Chicago, 1960, p. 61—82.

Becker G. On the orientation of diptera according to the geomagnetic field.— In: III Intern. Biomagnetic Symp. Chicago, 1979a, p. 6.

Becker G. The biological effects of magnetic fields.— Med. Electron Biol. Eng., 1963, v. 1, N 3, p. 293—295.

Becker G. Zur Magnetfeld-Orientierung von Dipteren.— Z. vergl. Physiol., 1965, Bd 51, N 2-3, S. 135—141.

Becker G. Communication between termiter by means of biofields and the influence of magnetic and electric fields on termiter.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979b, p. 95—107.

Biscar G. P., Kollia S. Resolved pseudoraman band of PGA.— Physics letters, 1973, v. 45A, N 3, p. 189—190.

Bohm D. Quantum theory as an indication of a new order in physics. Part B. Implicate and explicate order in physical law.— Foundation Phys., 1971, N 7, p. 139—168.

Breithaupt H. Biological rhythms and communication.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979, p. 25—49.

Buehn L. Chounas in the inplicit other.— L., 1980.— 240 p.

Fisher H. Photons as transmitter for intra- and intercellular biological and bio-

chemical communication. The construction of a hypothesis.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979, p. 175—181.

Franc G., Rodionov S. Über den physicalischen Nachweis mitogen.— Naturwissenschaften, 1931, N 21, S. 659—665.

Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems.— Int. J. Guantum. Chem., 1968, N 2, p. 641—652.

Fröhlich H., Kremer F. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York — Tokyo, 1983, p. 117—122.

Halpern M. H., Van Dyke I. H. Very low magnetic fields: biological effects and their implications for space exploration.— Aerospace Med., 1966, v. 37, p. 281—286.

Kaznacheev V. P. Distant intercellular interaction from the viewpoint of biogeophysics.— In: 5-th Conference on Psychotronic Research Application of Psychotronic in Practice.

Kaznacheev V. P., Shurin S. P., Mikhailova L. P., Ignatovich N. V. Distant intercellular interaction in a system of two tissue cultures.— Chemistry, 1973, N 2, p. 37—39.

Kaznacheev V. P., Shurin S. P., Mikhailova L. P., Ignatovich N. V. Distant intercellular interaction in a system of two tissue cultures.— Psychaenergetic systems, 1976, v. 1, p. 141—142.

Kervran L. Transformitions l'energie du fiables.— Paris: Malou, 1975a.— 150 p

Kervran L. Preuves en biologie de transmutations a faible energie.— Paris Maloine, 1975b.— 210 p.

König H. Z. Bioinformation. Electrophysical aspects.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979, p. 25—55.

Kirshvinc L., Gold D. Biogenic magnetite as a basic for magnetic fields detection.— Biosystem, 1981, N 13, p. 181—201.

Lazar M., Aldea M., Rosca V. Analele stiintifice ale Universitatii.— Al. I. Cusa, Iasi, Sec. 2a, 1966, v. 12, p. 11—17.

Mansurov S. M., Mansurova L. G., Rappoport Z. Ts., Vinogradova L. I. On some aspects of interplanetary medium relationship with earth's atmosphere are biosplure.— Phys. Splariter. Potsdam, 1977, N 4, p. 71—76.

Michaelson S. M., Thomson R. A. E., Tamami M. J. e. a. Hematologic effects of microwave exposure.— Aerospace Med., 1964, v. 35, p. 824—829.

Netedu N., Fazecas V., Heler A., Rusec L. Lucr stiintifice ale Institutului agronomic.— Timisoara, Ser. med., veterin., 1967, v. 10, p. 499—506.

Popp F. A. Electromagnetic control of gell processes.— In: Interaction of nonionizing electromagnetic radiation with living systems. Paris, 1979a, p. 137—143.

Popp F. A. Photon storage in biological systems.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979b, p. 123—151.

Popp F. A., Nagl W. A physical (electromagnetic) model of differentiation.— In: Cytobios. Cambridge, 1983, p. 71—83.

Popp F. A., Ruth B. Untersuchungen zur ultraschwachen Luminiszenz aus biologischen Systemen unter Berücksichtigung der Bedeutung für die Arzneimittelforschung.— Arzneim.-Forsch. Drug. Res., 1977, Bd 27 (1), N 5, S. 24—29.

Presman A. S. Electromagnetic fields and life.— N. Y.: Plenum press, 1977.— 280 p.

Pribram K. Problem concerning the structure of consciosusness.— In: Consciousness and the Brain (Ed. G. Globus). N. Y.: Plenum press, 1976, p. 83—120.

Ruth B. Experimental investigations on ultraweak photon emission.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien —Baltimore, 1979, p. 123—151.

Suess E. Entstehung der Alpen.— Wien, 1875.— 312 S.

Sung S. S. A possible biophotochemical mechanism for cell communication.— In: Electromagnetic Bio-Information. München — Wien — Baltimore, 1979, p. 151—175.

Veneziano P. Dissert.— Abstr., 1965, v. 25, p. 4319.

Waddington C. H. Fields and gradients.— In: Major Problems in Development Biology. N. Y.: Mc Graw Hill Publ., 1966, p. 108—143.

Yeadley H. A preliminary study of a physical basis of bird navigation. Part II.— J. Appl. Phys., 1951, v. 22, p. 746—752.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Влаиль Петрович Казначеев
Людмила Павловна Михайлова

БИОИНФОРМАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Утверждено к печати
Институтом клинической
и экспериментальной медицины СО АМН СССР

Редактор издательства *Л. Б. Комарова*
Художественный редактор *Т. Ф. Каминина*
Художник *Е. Ф. Зайцев*
Технический редактор *С. А. Смородинова*
Корректоры *Н. Н. Крохотина, А. А. Надточий*

ИБ № 23560

Сдано в набор 09.04.85. Подписано в печать 10.10.85. МН-02616. Формат 60 × 90[1]/16. Бумага типографская № 2. Обыкновенная новая гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 11,5.+ 0,5 на мел. бум. Усл. кр.-отт. 12,2. Уч.-изд. л. 13,9. Тираж 2450 экз. Заказ № 672. Цена 1 р. 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука», Сибирское отделение. 630099, Новосибирск, 99, Советская, 18.

4-я типография издательства «Наука». 630077, Новосибирск, 77, Станиславского, 25.

В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»

готовятся к печати следующие книги:

Матюхин В. А., Кривощеков С. Г., Демин Д. В. Физиология перемещений человека и вахтовый труд. 18 л. 3 р. 20 к.

Обобщаются материалы физиологических исследований адаптации человека к условиям вахтового труда, анализируются изменения в отдельных функциональных системах организма. Излагаются методика изучения биоритмов в связи с трудовой деятельностью при сменном труде, а также некоторые новые методы количественной характеристики процессов адаптационной перестройки функций организма.

Для физиологов, гигиенистов, психологов, специалистов НОТ.

Шашкин А. В., Терсков И. А. Продукция и деструкция эритроцитов в организме. 7 л. 1 р. 10 к.

Рассматриваются закономерности старения и разрушения эритроцитов в организме животных в норме и патологии. Анализируется связь состава эритроцитов в периферической крови, механизмов их разрушения с продолжительностью жизни клеток. Основное внимание уделяется описанию динамики численности эритроцитов в зависимости от характера их разрушения. Выявляются механизмы уменьшения длительности жизни эритроцитов по их составу в крови и по ходу динамики численности меченых клеток.

Для биофизиков, физиологов, гематологов и биологов.

Книги высылаются наложенным платежом.

Заказы направляйте по адресу:

630090, Новосибирск, 90, Морской проспект, 22.

Магазин «Наука».

В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»
готовятся к печати следующие книги:

Лисиченко О. В. Синдром Марфана. 12 л. 1 р. 80 к.

Монография посвящена относительно редкому наследственному заболеванию соединительной ткани — синдрому Марфана. На его примере изучена роль соединительной ткани в формировании некоторых конституциональных особенностей организма. Рассмотрены особенности плейотропного действия гена, его экспрессивность. Большое внимание уделено стертым формам и возможностям генеалогического метода в их выявлении.

Для генетиков, морфологов, физиологов.

Гичев Ю. П., Граудиня Ж. П. Культура ткани печени в гепатологии. 7 л. 1 р. 10 к.

Монография посвящена изучению органных культур печени, особенностей их роста при острых хронических поражениях печени, а также при действии вирусной инфекции. Приведен материал по моделированию патологических процессов с использованием органной культуры печени при воздействии вирусных и химических агентов, при взаимодействии лимфоцитов с клетками печени.

Для патологов, морфологов, специалистов в области гепатологии.

Книги высылаются наложенным платежом.

Заказы направляйте по адресу:

630090, Новосибирск, 90, Морской проспект, 22.

Магазин «Наука».

1 р. 40 к.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ